

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR WISSENSCHAFTSGESCHICHTE

Max Planck Institute for the History of Science

2005

PREPRINT 302

Angelo Baracca (ed.)

History of the Development of Physics in Cuba

The development of an advanced scientific system
in an underdeveloped country

TABLE OF CONTENTS

<i>Introduction</i>	3
<i>The development of University Physics in Cuba, 1816-1962</i>	
José Altshuler, Angelo Baracca	5
[XXI Congress of History of Science, México, D.F., July 8–14, 2001, Symposium on “Comparative studies in the rise of research in modern physics in Latin America and the Pacific rim countries”.]	
<i>The development of Physics in Cuba during the sixties and seventies of the 20th century: an integrated approach.</i>	
<i>The formation of an advanced research system in an underdeveloped country</i>	
Angelo Baracca, Víctor Fajer, Víctor Bruno Henríquez	15
[XXI Congress of History of Science, México, D.F., July 8–14, 2001, Symposium on “Comparative studies in the rise of research in modern physics in Latin America and the Pacific rim countries”.]	
<i>Cincuenta años de Física en la Universidad de Oriente (Santiago de Cuba)</i>	
<i>Fifty years of Physics in the Eastern University (Santiago of Cuba)</i>	
Luis Méndez Pérez, Angelo Baracca	27
[<i>Revista Cubana de Física</i> , 18 (2), 146-154 (2001).]	
<i>La enseñanza de la física en Cuba, desde la Colonia hasta 1959</i>	
José Altshuler, Angelo Baracca	39
<i>Llull</i> (Zaragoza), 27, 557-608 (2004).	
<i>El despegue de la física en Cuba desde 1959 hasta la década de los setenta: un enfoque abarcador</i>	
Baracca A., Fajer V. y Henríquez B.	75
[<i>Revista Cubana de Física</i> , in press.]	
<i>List of Publications on The History of Physics in Cuba</i>	
Angelo Baracca	95

Introduction

HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF PHYSICS IN CUBA

THE DEVELOPMENT OF AN ADVANCED SCIENTIFIC SYSTEM IN AN UNDERDEVELOPED COUNTRY

Angelo Baracca

Department of Physics, University of Florence, Italy (baracca@fi.infn.it)

The investigations in the history of science that have flourished in recent decades have been largely devoted to the development of the fundamental fields of science, and have consequently dealt mainly with the leading or more advanced countries. More recently a growing interest has developed towards regional or national histories as important aspects of social, cultural and economic development. Such studies have often revealed the existence of unexpected and sometimes original traits, or the early appearance of scientific concepts and ideas that have been subsequently or independently been absorbed into mainstream scientific development.

During the last ten years, one of the authors of the present papers has developed a scientific collaboration between the physics department at the University of Florence, Italy and the physics department at the University of Havana, Cuba. This collaboration revealed to him the existence of peculiar, original and very interesting features in the development of physics and of the whole scientific system in that country that seemed worthy of closer examination. Besides the main aspect of the surprisingly rapid development of an advanced scientific system in an underdeveloped country, the particular case of physics appears paradigmatic, and shows peculiar and original aspects.

A program of research began around 1996 in collaboration with Prof. Fernando Crespo of the Havana University. This program met with many obstacles consisting mainly in the absence or scarcity of original documents, in particular concerning the most recent, interesting and crucial period subsequent to the victory of the Revolution. An activity based on oral history was therefore planned to try to identify and interview the protagonists of the latter period.

The contingent difficulties connected with the present economic situation in Cuba were seriously worsened by the untimely and unexpected death in 1997 of Prof. Fernando Crespo, who was obviously familiar with Cuba's scientific environment. Restarting the project proved to be quite arduous. I have directly interviewed some 60 leading Cuban physicists. Other collaborations were subsequently established that made it possible to reconstruct to an almost complete level the early development of physics in Cuba, from its origins at the beginning of the 19th century until the revolutionary period, and the subsequent crucial developments up to the end of the 1970s when the basic features of the Cuban scientific system were established. This program was

completed together with Dr. José Altshuler, President of the Cuban Society for the History of Science and Technology, Dr. Victor Fajer, President of the Cuban Physical Society, and Dr. Bruno Henriquez.

The completion of this historical study of the last two and a half decades presents several difficulties that are connected with the shorter historical perspectives, and most of all, with the more serious difficulties that occurred after the collapse of the Soviet Union. Nevertheless, work is in progress and we hope to be able to soon present at least a first overview, which promises to be extremely interesting since the Cuban scientific system has shown great vitality: its capacity to resist these kind of drawbacks and overcome the consequent difficulties, in spite of unavoidable negative consequences, can be understood precisely on the basis of the solidity reached in previous decades. These circumstances emphasize the interest of this reconstruction.

Prof. Angelo Baracca
Florence, November 2005.

The development of University Physics in Cuba, 1816-1962

José Altshuler

Sociedad Cubana de Historia de la Ciencia y la Tecnología

Angelo Baracca

Dipartimento di Fisica, Università di Firenze

Regular teaching of Physics began in Cuba early in the 19th century during the Spanish colonial rule, in the context the Enlightenment movement which was taking place at the time in the mother-country. The scientific level attained was quite modest, however, and it persisted as such not only until the end of the 19th century, when the colonial rule was over, but extended to the first quarter of the 20th century in republican times. The teaching of Physics attained respectable scientific rigor in the late twenties at the University of Havana, but associated scientific research of international level developed only after a new science and technology policy was launched by the Revolutionary Government in power since 1959.

This is the first of two papers devoted to a more comprehensive approach to the history of University Physics in Cuba from its inception in the 19th century to the reform of Cuban higher education which began in the early 1960s. A second paper will deal with further development of Physics teaching in the country up to the present day.¹

Colonial times

The *Real y Pontificia Universidad de San Gerónimo de la Habana* (Royal and Pontifical University of St. Jerome of Havana) was founded in 1728, to be run by the Dominican order, and was established in the premises of the order's convent in Havana. Although it was the tenth university founded in Spanish America, the 18th century enlightened reform movement in Europe did not reach it mainly because of the prevailing vested interests of the Dominicans. The obsolete criteria which were the basic tenets of the newly created University, continued to be the same as those originally approved two centuries before for the University of Santo Domingo.

Despite the ferments of an early creole middle class, which grew with commerce and the sugar industry in the last decades of the 18th century (the *Real Sociedad Económica de Amigos del País*, established in 1793, and the *Papel Periódico de la Habana* it published from 1790 till 1814, must be mentioned in this respect), the full spectrum of the enlightened wave reached the Island only at the beginning of the 19th century. It had a lasting impact on Cuba's higher education – initially restricted to the religious *Colegio Seminario de San Carlos y San Ambrosio* – thank to the teachings of father José Agustín Caballero (1771-1835) and the vigorous initiatives and material support of bishop Espada y Landa (1756-1828).

In the above context, Espada's Cuban born protégé, father Félix Varela (1787-1853), from his chair at the San Carlos and San Ambrosio Seminar, introduced in Cuba the first elements of the scientific teaching of Physics,² supported by the first *Gabinete de Física Experimental*, a collection of imported scientific apparatus put at his disposal by bishop Espada in 1816.³

While referring to Félix Varela as the first to introduce the teaching of experimental Physics in Cuba, it is only natural to point out that he is considered as one of the founding fathers of his country. As a deputy to the Spanish *Cortes* or Parliament, he fought for the abolition of slavery and the right of the people to freedom. Upon the return of despotism to Spain, he had to flee for his life in 1823, convinced that the struggle for independence was the only option open to his countrymen. He arrived as an émigré in the United States, where he spent the rest of his life and published abundantly, including a political periodical on Cuban affairs and four successively updated editions of his *Lecciones de Filosofía* (which included his lessons on Physics since 1820), the last one in 1841. At the same time, he devoted himself to his religious duties as a priest in such an exemplary way that at present his case is being considered for canonization by the Vatican, while his countrymen still consider him “the first one who taught [them] to think.”

Two of Varela's former students, José Antonio Saco (1797-1879) and José de la Luz y Caballero (1800-1862), were briefly his successors in the teaching of Physics at San Carlos, followed by Justo Ruiz during most of the 1830s. An outstanding educator working on his own, Luz traveled extensively throughout Europe where he met Gay Lussac, Dumas, and Alexander von Humboldt. He promoted (unsuccessfully) the creation of an institute where “mathematics, linear drawing, navigation, physics, chemistry, and modern languages” would be taught to young Cubans.

Following its secularization, in 1842, the University was renamed *Real y Literaria Universidad de La Habana* (Royal and Literary University of Havana) and was updated to a certain extent. It took the lead as far as the teaching of Physics was concerned, especially after the creation of its *Gabinete de Física*, in 1843, by Feliciano Carreño (1813-1847). He was preceded in the teaching of the subject by Pedro A. Auber (1786-1843) and succeeded by José Z. González del Valle (1820-1851), all of them with a generic training in the humanities, philosophy and natural sciences.⁴

As a result of the 40 year long tenure (1851-1891) of Antonio Caro (1826-1891) as the professor in charge of the subject, the teaching of Physics stabilized at the University of Havana, though still at an elementary level. The subject was renamed *Ampliación de la Física Experimental* (Extension of Experimental Physics), and incorporated into a University section called Preparatory Period, created by an educational reform approved in 1863, when the first four *Institutos de Segunda Enseñanza* (High Schools), were also created to take care of the most elementary general studies previously in charge of the University⁵. A University of Havana graduate, Caro was a Bachelor of Science and a Medical Doctor, who later specialized in embalming procedures. The textbook used for his courses was A. Ganot's *Traité Élémentaire de Physique*, which for many years enjoyed worldwide use.⁴

It is worth mentioning the creation, in 1864, of a *Gabinete de Física* at the *Instituto de Segunda Enseñanza de La Habana*, which existed precariously as illustrated by a note published in 1903 which tells us that “thanks to great efforts it could be equipped with 154 apparatus, that soon became useless because lack of care.”

By Royal Decree approved in 1880, an educational system similar to that existing in Spain at the time was introduced in Cuba. It extended the studies at the Faculties of Philosophy and Letters and of Sciences to the degree of *Licenciado*, and eliminated the former degree of *Bachiller*. The Faculty of Sciences was subdivided into three Sections: *Ciencias Físico-Matemáticas*, *Ciencias Físico-Químicas*, and *Ciencias Naturales*, while two new Physics subjects were introduced: *Física Superior* and *Ejercicios Prácticos de Física*, to be taken care of by Manuel Cañizares (1833-19?), in 1881. Save the last one, the above named changes survived up to the 1962 Reform of Higher Education. The facilities for the teaching of Physics continued to be precarious at the University of Havana, still within the premises of the Santo Domingo convent, where, according to a report dated 1890, there was a *Gabinete de Física* “where the least experiment on light [could not] be carried out because sunlight never [came] in”⁵.

Postwar and Republican times

During the military occupation of Cuba by the United States (1 January 1899-20 May 1902) which followed the end of the Cuban-Spanish-American war, and the subsequent nearly six decades (May 1902-January 1959) of restricted independence of the new Cuban Republic, some important changes were introduced in the national education system. Due to the initiative and influence of Enrique José Varona (1849-1933), a learned and respected Cuban intellectual, important changes were introduced in the outlook and organization of secondary and higher education, where emphasis was put on active scientific and technological education, in place of the former emphasis on arts and the humanities, where students were more or less spoon-fed, so to speak, by mediocre teachers⁶. Generally speaking, the organization of the University of Havana followed that of American Universities. There was, however, an important difference: professors generally held their posts for life and, in a way, were allowed to behave academically as feudal lords, a trait that tended to degrade the quality of teaching, which often ended up as obsolete routine.

According to the so-called *Plan Varona* (which came into force on June 30, 1900), the School of Sciences and the newly created School of Engineers, Electricians and Architects were kept within the *Facultad de Letras y Ciencias*. Physics studies were represented basically by the subjects *Física Superior* and *Física General*, in charge of the chemist and medical doctor, Plácido Biosca (1862-1923), and collaterally by courses in Rational Mechanics, Astronomy and Cosmology, in charge of Juan Orús. In May 1902, the University was moved from the old convent of Santo Domingo to the premises of a former Spanish military installation on top of the hill now occupied by the University of Havana, thus officially renamed after the end of the Spanish rule in Cuba.

In practice, however, the above mentioned courses were taught in an essentially descriptive fashion, with little mathematical content, as could be expected from the background of the appointed teaching staff. Generally speaking, the original goals set forth for the University by Varona were defeated after some time by the sad facts of life in the country as a whole, where hopeless economic underdevelopment, government corruption and submission to foreign imperial interests, had led the nation into a multi faceted crisis. This unleashed the radicalization of an important segment of the Cuban population during what has been called the “critical decade” (1923-1933).

Inspired to a great extent by the 1918 University Reform in Argentina, and led by an outstanding student leader, Julio Antonio Mella, a Reform movement began in 1923 at the University of Havana whose avowed goals were, among others, to eradicate the archaic teaching methods then prevalent, and the unacceptable performance of some teachers, due to incompetence, corruption or failure to comply with their daily duties⁷. While in the end the full Reform program was not fulfilled, some of the most notoriously incompetent members of the teaching staff were removed and replaced by new personnel considered to be better suited for the job, often proposed or backed by the students themselves.

Such was the case of Manuel Gran (1893-1962), a graduate of Architecture, Civil Engineering, and Physical and Mathematical Sciences from the University of Havana. In March 1923, he was put in charge, as a substitute assistant professor of the two courses of *Física Superior*, on account of the senior professor being seriously ill (†December 1923) and the refusal by the students to attend the poor lectures on the subject offered by the assistant professor. A self-made man with a Cartesian turn of mind, he introduced in his teaching a really fresh spirit, a consistently rigorous approach to the different topics, an appropriate use of mathematics, and a strong link with the solution of problems and practical manipulations.

When we began our work [...] – he wrote in later years – we found ourselves in need of solving three problems: the creation of a course of *Física Superior* worthy of the name, the organization of the laboratory so that it could carry out its task in the best possible way, and the organization of a suitable course of physics manipulations. The first task, being the most difficult to fulfill, is the one we appreciate most.⁴

By 1929 the subject *Física Superior* acquired the essentials of the profile it was to keep up to the early 60s, which covered 4 semesters, with 3 hours per week lectures, plus laboratory and problem solving sessions. It had to be taken by all students of Physical and Mathematical Sciences, Physical and Chemical Sciences, Civil Engineering, Electrical Engineering and Sugar-Chemical Engineering. Professor Gran's department was also responsible for the teaching of General Physics to students of Agricultural Sciences, and of a course in (geometrical) optics to students of optometry.

Going back to the general development of the teaching of Physics, the very strong involvement of the students of the University of Havana against the bloody tyranny of president Machado, who was overthrown in August 1933, must be recalled. That year, important changes were introduced in the degree courses in charge of the School of Sciences, whose duration was increased to four years from the former three years. While routine laboratory work continued to be unsatisfactory, to obtain their degree students of Physical and Mathematical Sciences and Physical and Chemical Sciences were now required to perform a set of more sophisticated experiments in their final year.⁸ Genuine research work was not required, however.

The curriculum for Physical and Mathematical Sciences included Astronomy, Cosmography, Crystallography and Theoretical Mechanics, which can be considered relevant to the training of a physicist, but such subjects as Land Surveying and Geodesy were also included⁸ in order to provide graduates with additional possibilities of earning some money by eventually doing some work on

land surveying, apart from high school teaching. The Physical and Chemical Sciences curriculum included Physical Chemistry as a subject.

An important step was taken in 1933 by the introduction in the *Ciencias Físico-Matemáticas* curriculum of *Física Teórica*, a subject which was initially taught according to W. Wilson's textbook, later replaced by Leigh Page's. Lectures were in charge of professor Enrique Badell (1895-1947)⁸ and his assistant, Miguel A. Maseda (1902-1957), who became the subject's full professor in 1948. Soon after, Marcelo Alonso became assistant professor, and full professor in 1958. All of them had graduated in Physical and Mathematical Sciences at the University of Havana, but while Badell and Maseda were largely self-made physicists, Alonso had taken graduate courses in Physics at the University of Yale, under Henry Margenau and Leigh Page, whose textbook on Theoretical Physics he translated into Spanish (1945) with valuable additions. He also started a modest laboratory dedicated to Atomic and Nuclear Physics, attached to the Theoretical Physics Department.

It must be noted, however, that while the *Física Superior* and *Física Teórica* courses were rigorously taught, and complemented by equally rigorous courses in *Mecánica Racional* and *Vectores* (taught by professor Rafael Fiterre), as a rule, not enough time was left to deal with important subjects such as physical optics, thermodynamics, atomic physics, etc.⁹

Mention must be made that a highly motivating course in General Physics, had been taught to engineering students by Roberto Soto del Rey (1913-1995) at the University of Oriente since its inauguration in Santiago de Cuba (1949).

This overview of the teaching of Physics in Cuba cannot fail to briefly examine the corresponding situation at high school level whose graduates were entitled to take any degree course, especially after the coming into effect (June 1900) of the Plan Varona high school curriculum. This four year plan included two courses in Physics.¹⁰ It was changed in the early 40s, by extending it to five years, with the last one specialized either in Arts or in Sciences. This last one included, among others, two additional courses in Physics, plus two in Mathematics of a relatively high level, and enabled students to be admitted without any further requirements to Science, Engineering, and Medicine degree courses at the University.

Corresponding textbooks in elementary Physics had been published in the 1930s by Maturino Castro and Antonio M. Moleón. Professor Gran himself wrote an excellent two-volume textbook (1939-1940) which underwent later successive editions. This work introduced new standards of rigor and style which strongly influenced the teaching of the subject, and displayed such a wide coverage that it could be taken as a useful first introduction to many scientific and technical topics not covered in ordinary courses. Other textbooks were published between 1946 and 1948, such as one by Alfonso E. Páez (who also published some higher level class notes in mimeographed form), and a four-volume one by Marcelo Alonso, which a few years later was downsized into a two-volume work in cooperation with Virgilio Acosta.

It is worth noting that by the early 1940s the *Gabinete de Física* belonging to the *Instituto No. 1 de La Habana* (Havana High School No. 1) had accumulated quite a large collection of Physics apparatus which included, among other items, a variety of gas discharge tubes, an Oudin resonator, and a machine for liquefying air. However, save the simplest ones (like verniers,

spherometers, specific gravity flasks, and beam balances), most of the apparatus were rarely used for teaching purposes and some had been useless for a long time due to lack of maintenance.⁹

In any case, from the point of view of physics teaching, a positive trait of Cuban high school education at the time was the inclusion of the subject not only in the curriculum of those who chose the Sciences branch in their final (5th) year, but also in the basic curriculum which had to be taken by all high school students.

The revolutionary 1960s

Students had been fighting the Batista dictatorship since his March 1952 coup. By the end of November 1956, in view with the increasingly tense political situation involving the students, the authorities of the University of Havana decided to suspend all teaching activities. José Antonio Echeverría, president of the University Student Federation, was killed in March 1957 by the police, who also stormed into the University of Havana. A few weeks later, a group of student leaders were also murdered by the police. As the struggle continued to heat up, the three state universities then existing in the country (at Havana, Santiago de Cuba, and Santa Clara) remained closed until the victory of the revolutionary forces, led by Fidel Castro, defeated the government's army and took power in January 1959.

Four months later, after an interruption that lasted more than two years, the new academic year was inaugurated. But in spite of the revolutionary effervescence in the Cuban Universities at the time, during the whole of 1959 and the first half of 1960, the courses proceeded substantially in the same form as in the early 1950s. Still, awareness did grow of the need of a deep reform both in the curricula and in the teaching methods coherent with the need for developing a modern mentality which would include scientific research preferably linked to the country's new perspectives of economic and cultural development. However, for a relatively long time, endless discussions between students, University authorities, and teachers generally failed to produce the required results.

The Engineering School of the University of Havana was the first to engage in the modernization of the curricula, as a result of a critical situation that erupted in June 1960 between students and some faculty members, which ended up in the provisional hiring of a number of capable professionals as teachers. These were supposed to simply complete the generally old fashioned courses which had been interrupted. However, in view of the urgent need of new specialists for the Ministry of Communications, which at the time was engaged in a truly technical revolution, the teaching of Electrical Engineering was immediately modified to deal with the fields of electronics and electrical communications for those 4th and 5th year students who agreed to shift to that area which was very poorly covered in the old curriculum. This was followed by a radical modification of the teaching of Mathematics and Physics. Until then, first and second year students of Electrical Engineering were required to take four semesters of *Física Superior* at the Faculty of Sciences, which did not cover quite a few subjects, now viewed as necessary to back the newly introduced engineering subjects.¹¹

A syllabus based on Sears' and Sears & Zemansky's textbooks on Physics was drawn, but it was difficult to find qualified personnel to act as teachers. The task was entrusted to a few senior high school teachers and some of the brighter engineering students, under the guidance of professor

Ramón Ventoso. After a truly difficult start, the courses were normalized and incorporated into all the Engineering majors. Articles dealing with certain topics of Physics of particular interest to engineers were either reprinted or translated into Spanish, and made available to students. As a contribution to the scientific culture of teachers and students as well, Bernardini's long article, *I principi della dinamica*, was translated from Italian into Spanish and published in book form for internal use.

Coming back to the situation at the School of Physics immediately after the University of Havana reopened, it must be said that the School's teaching staff in charge of the Physics courses was severely curtailed at the time. Professor Maseda had died in 1957 and professor Gran was appointed ambassador to France in May 1959 (he was back early in 1961, but retired by the end of that year and died in April 1962). Professor Alonso was appointed Cuba's representative in the Atoms for Peace program, and took up residence abroad.

In order to cope with the existing teacher shortage, the *Escuela de Ciencias* hired some high school teachers who not only were graduates in *Ciencias Físico-matemáticas*, but also had acquired by themselves a sound knowledge of classical Physics, such as professors Joaquín Melgarejo, well known for his pedagogical skills, and Ángel Álvarez Ponte, a self-made expert in high precision measurements. Still, in spite of the revolutionary effervescence at the country's Universities during the whole of the year 1959 and the first half of 1960, courses continued to be taught essentially in the same general way as in the 1950s. It was quite clear that a deep reform of the curriculum and of teaching methods was urgently needed to develop a modern mentality essentially aimed at engaging in scientific research work. This was a situation which repeated itself at the time not only in Physics, but in many quarters of Cuban higher education institutions.

The above referred "academic revolution" which had taken place in the University of Havana's Engineering School, showed that badly needed changes in the curricula and in teaching methods could be started in a relatively short time, even if an experienced teaching staff was not available, so long as the leadership in charge had the broad knowledge and high motivation needed to accomplish the required changes.

The *Consejo Superior de Universidades* (Higher Universities Council) – where the three then existing Universities (in Havana, Santa Clara, and Santiago de Cuba) were represented – was created by the Revolutionary Government early in 1961, It laid the foundations for a deep reform of higher education in the country, with free registration for all eligible students, and a strong emphasis on the development of scientific research. After months of intense work with the collaboration of University teachers, outside professionals, and students, the *Consejo* proffered a document entitled *La reforma de la educación superior en Cuba*, which was approved as a law by the Revolutionary Government on 10 January 1962. Many new degree courses were established (a 5 year *Licenciatura en Física* among them) which were lacking in the old curricula, and were needed for the country's economic and cultural development. There was to be a *Facultad de Ciencias* (Faculty of Sciences) which incorporated seven *Escuelas* (Schools): those of Mathematics, Physics, Chemistry, Biological Sciences, Geology, Geography, and Psychology.¹²

Right from its effective start, in 1961, the *Escuela de Física*, faced overwhelming problems, as can be gathered from what its first Director, professor Rubén Martí, and Dr. Francisco Achet wrote in a memorandum addressed to the University Rector, in December, 1962:

During a part of 1960 and all the year 1961 studies were made for the reform of the teaching of Physics by professors Rubén Martí and Luciano Blanco, with frequent consultations with Dr. Manuel F. Gran [... By early 1962, when the Higher Education Reform Law was approved] all of the new School of Physics fit in the Director's briefcase. [... Initial conditions] could not be worse; we lacked administrative and teaching organization, as well as the minimal indispensable means for developing a modern School of Physics: neither laboratory equipment, nor teachers, nor well cultured students, nor adequate installations [...] We had a great student dropout in the first year since of the approximately 70 students registered in the 1962 course, and of the approximately 50 students who effectively started to come to classes, only 10 are left.

Students who had started their studies by the old curriculum and were already in the final years did not drop out. Their training was redirected to cover modern conceptions of Physics with a view to engaging in scientific research. (The teaching of high school physics was to be undertaken by graduates of pedagogical degree courses which were implemented at the University.) Those who graduated in 1959 and 1960 were incorporated as “graduate instructors”, while final year students were taken as “laboratory assistants.”

By then, some individual physicists, engineers and technicians from different countries (Britain, Israel, France, Argentina, Mexico, and the United States) had offered to collaborate in the development of the new School of Physics. They taught courses in Atomic, Molecular, and Nuclear Physics, and helped in putting together new laboratories in Acoustics, Electronics, and Solid State Physics. Later on, some of their class notes were put to use in printed form, such as Trevor Marshall's *Física teórica de átomos y moléculas*. Academic collaboration with the Soviet Union and East European countries had begun early in 1962; as a result, Soviet and East European textbooks, such as Shtrauf's *Molecular Physics*, Zhdanov's *Solid State Physics*, etc, were translated into Spanish and printed for student use, in addition to various American textbooks, such as Goldstein's *Classical Mechanics*, Panofsky and Phillips' *Classical Electricity and Magnetism*, Schiff's *Quantum Mechanics*, etc.

Meanwhile, in the context of the new plans for the industrial development of the country promoted by Ernesto “Che” Guevara, then head of the Industrialization Department of the *Instituto Nacional de la Reforma Agraria (INRA)*, an important place was allocated to electronics, especially microelectronics. At the request of the Revolutionary Government, one hundred full scholarships were offered by the U.S.S.R. for Cubans to study Engineering and Economics at their higher education institutions. Only 85 youngsters could be found who complied with the academic and other requirements. They left for the Soviet Union in February 1961. While no one was supposed to do a degree course in Physics, it so happened that six months later six of them proposed to major in Physics, which was approved by Guevara. Later on, a few of their classmates also shifted from Engineering to Physics. Upon their return home, some of these Physics graduates were to make a lasting impact upon the upgrading of Physics teaching and research in the country's universities, especially the University of Havana. But these events began in the second half of the 1960s, so that they will be left to be dealt with in the second paper mentioned above. Still, the favorable context offered by the governmental policy expressed in the Higher Education Reform law cannot be overemphasized, for it has resulted in the creation of a ~1 500 strong community of solidly trained physicists in the country.

ACKNOWLEDGMENTS

A. Baracca acknowledges the hospitality bestowed on him by the Physics Faculty of the University of Havana. Partial support for this research was provided by the research funds “ex 60 %” of the University of Florence.

NOTES AND REFERENCES

- ¹ Baracca, A., Fajer, V., and Henríquez, V.: “The Development of Physics in Cuba During the Sixties and Seventies of the 20th Century: An Integrated Approach”. In the *Proceedings* of this Symposium. In the present preprint, pp.15-25.
- ² Cf. Varela, F.: *Instituciones de filosofía ecléctica para uso de la juventud*, v. 4, 1814; *Lecciones de Filosofía*, v. 3 & 4, 1819-1820, a textbook which was successively updated in four additional editions (printed in New York, the last one in 1835) which were well received and used in various Latin American countries.
- ³ Gran, M.F.: “Félix Varela y la Ciencia”. In *Vida y pensamiento de Félix Varela*, III, p. 7-28, Havana’s municipal government, Havana, 1945.
- ⁴ LeRoy y Gálvez, L.F.: *Profesores de física de la Universidad de La Habana desde su secularización en 1842 hasta Manuel F. Gran*. Editorial Academia, Havana, 1979.
- ⁵ Simpson, R.: *La educación superior en Cuba bajo el colonialismo español*. Ed. Ciencias Sociales, Havana, 1984.
- ⁶ De Armas, R. And Torres-Cuevas, E.: “La Universidad de La Habana y la frustración republicana”. In De Armas, R., Torres-Cuevas, E., and Cairo Ballester, A.: *Historia de la Universidad de La Habana, 1728-1929*, v. 1, p. 237-365. Ed. Ciencias Sociales, Havana.
- ⁷ Instituto de Historia de Cuba: *La Neocolonia: Organización y crisis (desde 1899 hasta 1940)*, p. 220-223. Ed. Política, La Habana, 1998.
- ⁸ Universidad de La Habana: *Memoria-Anuario de los cursos académicos de 1933-1934 y 1934-1935*, p. 23-24, 53-55.
- ⁹ Altshuler, J.: *Visión retrospectiva de un momento de la enseñanza de la Física en Cuba*. Opening lecture, Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria, Havana, January 20-24, 1997.
- ¹⁰ Buenavilla, R. et al.: *Historia de la Pedagogía en Cuba*. Ed. Pueblo y Educación, La Habana, p.165-168.
- ¹¹ Altshuler, J.: “La especialización en telecomunicaciones y la reforma de 1960 del plan de estudios de Ingeniería Eléctrica en la Universidad de La Habana”. In CEHOC: *Estudios de Historia de la Ciencia y la Tecnología*, p. 11-49, Havana, 1989.
- ¹² Consejo Superior de Universidades: *La reforma de la enseñanza superior en Cuba*. Havana, 1962.

The development of Physics in Cuba during the sixties and seventies of the 20th century: an integrated approach. The formation of an advanced research system in an underdeveloped country

Angelo Baracca

Department of Physics, University of Florence, Italy

Víctor Fajer

Centre for Technological Applications and Nuclear Development, Havana, Cuba

Víctor Bruno Henríquez

Centre for Energy Research, Havana, Cuba

In a previous paper¹ the early developments of Physics in Cuba were analysed, till the victory of the Revolution in 1959, and the 1962 Higher Education Reform. In the last four decades of the 20th century a modern and quite advanced research system was developed in the country: starting from a rather low level in this field – in which some good teaching standards had been reached, but neither quantum physics was taught, nor any kind of research activity was performed – in an extremely short period of 10 – 15 years, a modern system of higher education and scientific research was established, with a good international level.

Such an exceptional result was obtained through three main contributions. In the first place, the dedication and efforts of the Cuban scientists and the Revolutionary Government, based on the consciousness of the importance of the technical and scientific development for the growth of the country. In the second place, direct help and co-operation from the Soviet Union and Eastern Europe played a role that could hardly be overvalued. In the third place – and probably more unexpected – a lot of “Western” scientists visited the country, mainly in the sixties, for variable periods, giving advanced courses, organising laboratories, and introducing devices and apparatus: their role in the takeoff of research activity was probably the most important factor in some crucial field at the beginning.

In this paper we will review the developments of Physics in the decades of the sixties and seventies of the XXth century. During the first of these decades, Physics was almost identified with the main higher institution of the country, i.e. the University of Havana (UH): the main endeavor during this period was that of establishing a stable and modern teaching system. At the end of the decade, this result was achieved, and a critical mass of graduate physicists was reached. Meanwhile, on the one hand the *Escuela de Física* of the UH had made the radical choice of specialising in Solid State Physics, and had begun to develop the early research activities, mainly in semiconductor physics; on the other hand, new research institutions had been created, in which the other branches of Physics began to develop. During the decade of the seventies, all these institutions and their activities grew rapidly, shaping the mature Cuban scientific system.

¹ José Altshuler and Angelo Baracca: “The development of University Physics in Cuba, 1816-1962”. In the *Proceedings* of this Symposium. In the present preprint, pp. 5-13.

1 Until 1965: an emerging phase, in search of stabilisation

The Revolutionary Government developed a strong action in developing the technological and scientific sectors. The 1962 Higher Education Reform law laid the bases for the development of a modern scientific system, in which teaching was strictly related with scientific research.²

1.1 The University of Havana

The *Escuela de Física* of the University of Havana, which was created *de facto* in December 1961, faced enormous problems in order to upgrade its curricula and teaching methods. There was an enormous lack of laboratories, equipment, information sources, structures, and material resources, as well as of suitably trained personnel. Students in the final years of their studies were taken as “assistant students” to teach the first-year juniors. “Western” textbooks considered most adequate for the purpose were reproduced and made freely available to teachers and students as so-called “Revolutionary Editions”, thus circumventing the economic embargo enforced by the United States government, while new laboratories and workshops were created. The university model followed in this phase was still basically “American”, save for the fact that the duration of the basic degree courses (*Licenciaturas*) was extended to five years.

An extremely important factor, in the initial phase, was the active presence of foreign collaborators. Physicists coming from the Soviet Union brought help and advice, mainly in the organisation of teaching. In 1962, Dr. Amanda Blanco, a Spanish-Soviet Physicist, taught courses on Acoustics and Electronics, and professors Kochanov and Ponomarenko brought advice on pedagogical matters, while professor Vladimir Grishin, a distinguished theoretical nuclear and particle accelerator physicist, came in the mid-1960s, and stayed for 4-5 years, to teach courses on quantum, atomic, and nuclear physics. He also helped to organise a nuclear physics laboratory.

Quite a few scientists and invited professors from many “Western” countries came to Cuba to offer their help. Some of them stayed in Cuba only for a few months, but others stayed for several years. Trevor Marshall³ (later author of “Stochastic Electrodynamics”), Eleazar Barouch, and Michel Degallier, stayed for a year or so. The American theoretical physicist, Robert Bourret, stayed for about six years, half of them at the University and spent the rest, until 1968, at one of the Institutes of the Cuban Academy of Sciences, while Claude Monet, from France, stayed at the University of Havana for about seven years to develop a suitable electronics laboratory for the School of Physics.⁴

In 1962, Theodore Veltfort, an American electronic engineer and physicist, and the Argentinean physicist Dina Waisman, arrived to teach courses in Solid State Physics and until 1968 begin research work on semiconductor devices.⁵ In November of 1964 the *Academia de Ciencias de Cuba* (see below) supported a two-month visit of Veltfort and Waisman to the Department of Solid

² The developments till 1962 are discussed in the paper referred to in note 1.

³ Trevor W. Marshall: *Física Teórica de Átomos y Moléculas* (apuntes de sus clases dictadas en 1962). Editoria Universitaria, Colección Escuela de Física, La Habana, 1966.

⁴ Claude Monet Descombey: “Orientación posible del Laboratorio de Electrónica de la Escuela de Física”. Proposal presented in June 1963.

⁵ Theodore Veltfort: Address to the Second Congress of the *Sociedad Cubana de Historia de la Ciencia y de la Técnica*. Havana, February 1998.

State Physics of the “Joffe” Physical-technical Institute in Leningrad, where they obtained specialised information, bibliography and basic materials and devices required to equip a semiconductor laboratory in Havana. Close collaboration, however, was only established a few years later. More equipment was bought, and in 1967 the first germanium diode was obtained at the *Escuela de Física*.⁶ Apparently, “Western” rather than Soviet experts played the key role in the development at the University of Havana of research activities in this field, whose take off took place in the early 1970s (see below).

The contribution of the Italian solid state physicist Andrea Leviardi⁷ deserves a special mention at this point. He had emigrated to France and then to Argentina to escape fascism in his country. He arrived in Havana on November 5, 1968, and died of cancer one month later, on December 8, while he was teaching a course on Photoconduction.⁸ His Italian colleagues founded the “Leviardi Scholarship”, which allowed four Cuban physicists to study in Parma: the exchange with Parma is still going on, and around a total of 20 Cubans have specialised in that University and at MASPEC laboratory in Parma.

The *Escuela de Física* of the University of Havana was initially structured into “*Teaching and Research Departments*”, a kind of organisation that favoured the development of research activities in their early phase.

1.2 Other institutions

In the meantime, other scientific institutions were born. In 1962 the *Academia de Ciencias de Cuba* (ACC) was created, with the purpose of promoting scientific research: its activity was quite limited at the beginning, but became stronger by the early 1970s.

In the very 1962 a Meteorology and Astronomy Working Group, and in 1963, a small Geophysics Group were created in the ACC.⁹ Activities in astronomy started in 1964, with the constitution of the Astronomy Group. A collaboration agreement with the Academy of Sciences of the USSR led to the formation of technicians, who made possible the establishment of the first Visual Artificial Satellite Tracking Station, connected with the Cosmos Centre in Moscow. The Institute of Meteorology, and the Department of Astronomy were created in 1965 and 1966, respectively.¹⁰ Many new meteorological stations were spread all over the country.¹¹

In 1964 Fidel Castro inaugurated the new “José Antonio Echeverría” Polytechnic University (CUJAE), encompassing the Schools of Engineering and Architecture of the University of Havana. In the *Universidad de Oriente*, where at the time engineering studies were privileged, there were no independent studies in Physics, and development of the subject was slower than in Havana. The

⁶ Fernando Crespo, Elena Vigil, Dina Waisman: “Sobre los primeros resultados en diodos de germanio obtenidos por aleación”, *Conferencia Química de Oriente*, Santiago de Cuba, febrero de 1968.

⁷ Dina Waisman: “Andrea Leviardi/Obituario”. *Vida Universitaria* No. 215 (1969), p. 40. We are particularly grateful to Leviardi’s widow, Ms. Veronica Kleiber, for the information and personal documents she has kindly provided us.

⁸ A. Leviardi: *Fotoconducción*. Lecture notes, Escuela de Física, Universidad de La Habana, November 1968.

⁹ Instituto de Geofísica y Astronomía: *Síntesis del Historial del Centro*. Document provided by Dr. Lourdes Palacios.

¹⁰ Jorge Pérez Doval: *Datos Astronómicos para Cuba*, ISSN 0864-0645, pp. 29-33.

¹¹ Héctor Ortiz: *Reseña Histórica de la Meteorología en Cuba*. ACC, Conferencias y Estudios de Historia y Organización de la Ciencia, n. 53 (ISSN 0864-1463), La Habana, June 1987.

leading physicist was Roberto Soto del Rey (1913-1995) who published, between 1961 and 1966, a Physics course. For some time, there was no teaching of quantum physics nor any substantial research activity. Professor Fernández Bertrán, himself a US graduate in physical chemistry, visited Italy and Germany¹² and a collaboration agreement with Dresden Technical University was subscribed.¹³ Soto del Rey visited Poland, the USSR and Bulgaria. Mario Chirco, an Italian Electrical Engineer, taught at the University of Oriente for some years.

In 1962 the National Direction of Standards and Metrology was established. It created a School of Metrology in 1963, and the first Metrology Laboratory in 1965. These were places where physicists were employed and received additional training.

2 1965-1970: stabilisation phase

2.1 The University of Havana

In the mid-1960s the *Escuela de Física* of the University of Havana underwent a period of crisis, in spite of the strong will to reach a stable structure, since several professors left the country. A new reform of the curricula was introduced in 1965.

In this context, a all-important factor was the return, in 1966, of the first six Cubans scholarship holders who had left in 1960 for the Soviet Union,¹⁴ where they graduated in Physics. They joined the *Escuela de Física*, and brought to it the rigorous and systematic approach and methods they had learnt in Soviet higher education institutions. Though their ideas clashed with those generally held by the staff that had remained in Havana (the University was still co-directed by professors and students, and the latter in particular had a project that diverged from the Soviet system), in the end a curriculum was introduced which was very similar to that of the Moscow University. The role of the School's teaching staff was strengthened, and conditions for training good level physicists were finally reached.

A strong debate arose about the kind of Physics that was most convenient to develop, in connection with the needs of the country. The final choice was to concentrate all the efforts of the *Escuela de Física* on Solid State Physics. By the end of the decade, with the creation of the *Instituto de Física Nuclear* (see later), all the activities corresponding to this branch that existed in the *Escuela* were extinguished.

A special circumstance contributed substantially to the above-mentioned choice. It was the discussions among some European physicists attending the *Congreso Cultural de La Habana* (January 1968) about which would be the preferred direction to take in Physics for a Third World country like Cuba. Several French (J. P. Vigiér) and Italian (D. Amati, R. Fieschi, B. Vitale) physicists took part. The latter drew up a document recommending that, in view of what they considered were the needs and real possibilities of the country, Solid State Physics should be emphasised, and elementary particle physics work should be dropped altogether at the University.

¹² J. Fernández Bertrán: "Informe sobre la visita a Institutos de Física Italianos", Universidad de Oriente, June 1962.

¹³ "Tratado sobre colaboración amistosa entre la Universidad de Oriente de Santiago de Cuba y la Universidad Técnica de Dresden", May 1962.

¹⁴ See paper in note 1.

The idea was born there of organising *Escuelas de Verano* (Summer Schools), which took place since 1968 until 1972. Such Schools – organised by the French and Italian left-wing community, with the growing participation of physicists of other countries – played a very important role. The number of subject matters grew, covering in particular all those of the Faculty of Science; the number of teachers exceeded 150, the participation of Cubans was quite massive, exceeding 1.000.¹⁵ French physicists in particular (C. Weisbuch, J. M. Debever, B. Cocqblin, J. Cernagora, J. Pollard, D. Bois, etc.), besides giving high level courses on physics of materials and electronic devices, brought scientific and technical information, and also equipment and materials, in spite of the US embargo. The importance of this in the decisive orientation of the activities in semiconductor devices will soon be seen below. The Italian physicists (B. Vitale, B. Preziosi, etc.) brought didactic material and projects.

By the end of the decade, the interchanges and collaborations with Soviet institutions became stronger, particularly with Moscow University and the “Joffe” Institute in Leningrad. This made it possible for many members of the Cuban staff to obtain their PhDs in the 1970s.

In 1970 many students graduated: a “critical mass” of graduate physicists was reached, which made it possible to cover the needs of the University of Havana and of the other institutions of the country, so that the efforts for developing research activities could yield results. In this respect, an important change was introduced in 1969 in the organisation of the *Escuela de Física*, i.e. the separation of “*Research Groups*” and “*Teaching Sections*”, which were at a variance with the rest of the higher education institutions in the country. At this stage, this effectively boosted research work. Research Groups were established for Semiconductors, Semiconductor Devices, Crystal Growing, Magnetism, Metals, Microwaves (which disappeared successively), and only later, that of Theoretical Physics (which required many discussions, since it was taken as a general policy to promote experimental and applied activities, avoiding the superabundance of theoreticians that characterised other underdeveloped countries).

The research line that was to be considered the Escuela’s most promising in the subsequent decade was that in semiconductor devices,¹⁶ initiated with the germanium technique by Veltfort and Waisman, who in 1968 returned to their respective countries: it was promoted by graduates in the USSR, with the objective of achieving crystal growth, alloy diodes and triodes, thin films for photocells, etc. The necessary equipment was entirely built at the Escuela de Física. In 1960 a crucial change intervened: French physicists in the Escuela de Verano introduced the silicium technique. A Laboratorio de Tecnología Planar (LTP) was established, and was effective in 1970: the idea was to perform the complete cycle, from the material to the device. Two distinct groups were created, the *Semiconductor Group*, dedicated to materials, and the *Semiconductor Devices Group* (there were also a *Thin Film Group* and a *Measurement Group*). While French physicists had been instrumental for the sake of the devices, Soviet physicists helped mainly in that of materials.

The choice of the Director of the School of Electric Engineering of the CUJAE in 1969 had deep consequences for the creation of a Microelectronic Research Centre (CIME) identical to the

¹⁵ *Vida Universitaria*, Year XXI, n. 222, September-October 1970, p. 13; *Universidad de La Habana*, n. 196-197, 2-3, 1972, p. 377.

¹⁶ Information about this research line during the 1960s and 1970s is taken from the following sources: written note and interviews by A. Cerdeira; interviews with P. Díaz, J. Folgueras, J. Fuentes, F. Rodríguez, E. Vigil; partial results of a previous study by O. Arias, “La microelectrónica: breve panorámica histórico sobre su desarrollo y estado actual en Cuba”, 1997 (unpublished).

LTP. The evaluation of the effects of this decision is not clear: the limited resources had to be divided between the two laboratories, but there was also an incentive due to competition.

2.2 Other institutions

Astronomy, Geophysics, and Meteorology developed at the Academy of Sciences. In 1966 the Intercosmos international program began; and collaboration in radioastronomy with the Pulkovo Observatory, in Leningrad, took place. In 1967 a Satellite Tracking Station was inaugurated. In 1970 Soviet specialists, in collaboration with their Cuban counterparts, installed the first radio telescopes, the Institute of Astronomy was created, and the first solar eclipse was observed by the Institute's personnel.

An "Electronics Work Group"¹⁷ was created at the Academy in 1967, initially composed of a few engineers and technicians, who devoted themselves to acquiring know-how, creating the necessary infrastructure, and establishing contacts with foreign research institutions, mainly from East European countries. The group developed into the Academy's *Instituto de Investigación Técnica Fundamental* (ININTEF), which included engineers and experimental and theoretical physicists as well (see later).

In 1966 a "Group for Nuclear Energy" was created in the Academy of Sciences, which developed in 1969 into the *Instituto de Física Nuclear* (IFN).¹⁸ The IFN was equipped with Soviet apparatus (a subcritical reactor), and initially devoted itself mainly to the training of nuclear reactor and radioisotope physicists. The need for developing nuclear energy in Cuba in view of the meagerness of energy sources then available in the country, had been put forward by Fidel Castro in 1968.

In 1965, the *Centro Nacional de Investigaciones Científicas* (CNIC) was created, tied to the University of Havana, but with its own juridical and economic status. Its main purpose was to promote and support scientific research in all areas, and to develop post-graduate training.¹⁹ A consistent initial investment was made in equipment (an electronic microscope and a mainframe computer, the first ones in the country, were acquired), and foreign specialists were invited to cooperate from East Germany, the USSR, Spain, and the United States (in the area of neurosciences). Initial activities focussed on biology, chemistry and agriculture. Physics was included mainly as a support discipline, particularly for analytical techniques applied to chemistry, in the sectors of Radioisotopes, X Rays, and corrosion. Mössbauer techniques were initially developed at CNIC, at the CEADEN (see below) and the University of Havana. In 1966-68 the first Nucleonic Instruments were constructed in the country.

In 1967 the *Instituto Técnico Militar* (ITM) was created, where collaboration with Soviet scientific institutes was developed, notably in the field of space research.

The *Escuela de Física* of the *Universidad de Oriente* was created in 1970, dedicated mainly to the training of physicists to do applied research.

¹⁷ ININTEF, *XV Aniversario*, Academia de Ciencias de Cuba, 1982.

¹⁸ Consejo Nacional de Ciencia y Técnica: "Estado Actual de las Ciencias Físicas en Cuba." In *Las Ciencias Básicas: Examen Preliminar de su Situación Actual en Cuba y a Nivel Mundial*. Consejo Nacional de Ciencia y Técnica, December 1976, p. 44.

¹⁹ *Memoria Anuario de la Universidad de La Habana*, curso 1966-1967

3 *The 1970s: the formation of the Cuban research system*

While the decade of the 1960s was essentially devoted to the basic training of scientists, developing structures, and acquiring essential equipment, in the 1970s the first concrete results were collected. The decade was decisive for the formation of the Cuban system of scientific research. It is worth distinguishing two main factors in the formation of this system: in addition to the institutional developments, there were in fact direct initiatives by Fidel Castro, particularly in the nuclear and the biotechnological sectors.

3.1 *The University of Havana and the CUJAE: Microelectronics*

The *Escuela de Física* of the University of Havana rapidly became a strong higher education and research institution, bent on scientific and technical applications (mainly in materials science), based on a solid theoretical basis. The now called *Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría* (ISPJAE), also became a strong polytechnic centre.

The major achievements of this decade were the results in microelectronics at the University of Havana obtained by the LTP, and by the ISPJAE's CIME. The microelectronics program reached a level of integration of various institutions that would have hardly been obtained in other countries, and was aimed to get practical results rather than scientific publications, being strictly related also with the project of a pilot plant for the production of semiconductor devices. The results were quickly obtained.²⁰ In 1970 the silicon planar technology was assembled, and since 1971 experimental devices with growing levels of integration were obtained, P-channel MOS transistors and MOS integrated circuits. In 1972 the CIME assembled the complete process for manufacturing MOS integrated circuits at a pilot plant scale. In 1973 the first N-channel MOS transistors and NPN bipolar ones were obtained, and the first pilot plant for semiconductor devices and integrated circuits was settled. In 1974 a MOS P integrated circuit and a silicon solar cell were obtained. An excellent international level had been reached, one of the highest in Latin America: medium scale integration was achieved, with the sole cooperation from the French physicists in getting the required basic materials.

On the other hand, collaboration with the "Ioffe" Institute grew in the following years. Bilateral cooperation of the CIME with Canada (CUSO Plan) and with Belgium also began in 1974. In 1976 the first I²L integrated circuits and bipolar transistors on epitaxial layers were obtained at laboratory level, and in 1977 the first silicon solar cells and programmable logic assemble (PLA), containing 1.100 components per tablet in a die of 2,5 – 2,5 mm² were completely designed and built at laboratory level. Meanwhile, an institutional change transformed the LTP in the *Laboratorio de Investigaciones de Electrónicas del Estado Sólido* (LIEES).

It is worth noticing that at the time, a parallel program to that of electronics was developing, in which Cuban minicomputers were built at the *Centro de Investigación Digital* (CID), though without the participation of physicists.

During this decade, two groups working on Theoretical Physics were developed, one dedicated to solid state physics at the University of Havana, and another one at the Academy of

²⁰ Our sources of information are those already cited in note 16.

Sciences' ININTEF, initially dedicated to stochastic processes, and then to the study of the behaviour of particle conglomerates at high temperature, in collaboration with the "P.N. Lebedev Physical Institute". Both groups developed strong ties with Soviet physics institutes and additional collaboration with Italian and French physicists.

In 1974 the first meeting of Cuban physicists, and in 1975 the 4th *Simposio Latino Americano de Física del Estado Sólido* (SLAFES) were held at the University of Havana, which confirmed that at the time Cuba had reached one of the best levels in Latin America.

In the mid-1970s, the activities in microelectronics suffered a deep crisis, as a result of the rapid progress in high integration microelectronics at the international level, which only the industrial developed countries could sustain. Accordingly, the LIEES was reoriented to work on optoelectronic sensors (an orientation that still exists), while the activity in microelectronics went on only at the CIME. A production plant for semiconductor devices was built in the Cuban province of Pinar del Río. Western technology was used throughout, but the plant never reached a good production level.

3.2 *The development of nuclear physics*

At the beginning of the decade the INF was rapidly growing, both in staff and in research activities. It was renamed *Instituto de Investigaciones Nucleares* (ININ) in 1974. The first group of its specialists graduated in the USSR, but since 1971 graduates from the University of Havana joined in. Research work covered²¹ reactor physics (sub-critical, zero power and power reactors design), nuclear experimental physics (neutron physics, activation analysis, neutron spectrometry, NMR, Mössbauer effect), dosimetry (film dosimetry methods, high doses of gamma rays), radiochemistry and isotope production, nuclear instruments (counters, single and double channel analysers), nuclear modules, nuclear agrophysics and mineral analysis. Collaboration was established with the Atomic Energy Committee of the USSR and the Institute of Nuclear Research in Dubna, though in 1976 the lack of material resources and basic equipment of the ININ were reported:²² Still, nuclear physics was regarded as one of the most important research fields because its special interest both for building nuclear plants and for the use of radioisotopes in agriculture, medicine, biology, etc.²³

Activities in nuclear physics took place also at CNIC: counters, discriminators, iron analysers, nuclear modules of high and low voltage, instruments for oil prospection, nucleonic instruments. At the Institute of Oncology activities were carried out on gamma high dose irradiation facilities for cancer therapy, film dosimetry, and radiological protection systems. Some work on nuclear physics was done at the *Centro de Investigación Energética* (CIE). The University of Oriente also engaged in work on applied nuclear physics.

²¹ See "Estado Actual de las Ciencias Físicas en Cuba", cited in note 18, pp. 44 and following.

²² *Ibid.* p. 53.

²³ *Ibid.* p. 46.

3.3 Other institutions

The growing *Escuela de Física* of the Universidad de Oriente did research in applied physics and analytical methods, in close collaboration with the Leningrad University, complemented by interchanging visits of specialists with Dresden and Stockholm. French physicists held a course at the University in 1970. The main subjects were nuclear physics, X rays, metals, optics and spectroscopy. Activity in Physics started at the Las Villas University in 1970.

Meanwhile, the Academy of Sciences continued to reinforce and expand its scientific activities. The afore-mentioned “Electronics Work Group” was the embryo from which the *Instituto de Investigación Técnica Fundamental* (ININTEF) was created in 1974, as a multi-disciplinary research unit, grouping various departments dealing with various areas that had not yet been covered in other institutions.²⁴ Research work was done on ultrasonics, high precision time keeping, remote sensing, solar energy, electric networks, holography. The structure of the Institute was flexible, and generated other centres, as it happened with the *Instituto de Energía Solar*, established in 1982 in Santiago de Cuba. A department for Theoretical Physics was created in 1979; it worked on quantum field theory and relativistic statistical mechanics. The ININTEF developed important scientific collaboration ties with corresponding institutes in Czecholovaquia, Poland and the USSR.

In 1972 the Academy’s Geophysics Department became an Institute, and in 1974 it merged with that of Astronomy, thus transformed into the *Instituto de Geofísica y Astronomía* (IGA).²⁵ From 1972 on, optical astronomy was developed, in collaboration with the Crimean Astrophysical Observatory, and in 1973 a second solar partial eclipse was observed. The fundamental lines of research were: study of the Sun, magnetosphere and ionosphere, endogenous physical processes and the deep structure of the Cuban archipelago, plus investigations directly related to Cuban economy, such as communications, seismic risk, and magnetic and gravimetric maps. Satellites of the NOAA series were monitored since 1974 to obtain images in the visible and infrared spectrum at the Academy’s *Instituto de Meteorología*.

Physical research was also started at the *Instituto Técnico Militar* (ITM), where laser techniques, experimental optics and holography were studied. They were the first in the country to make a CO₂ laser, in 1974.

Though formally a quarter of the University of Havana, the *Centro Nacional de Investigaciones Científicas* (CNIC) had ample autonomy and received direct support from the Government. For a long time it was considered the highest level centre in the country. The CNIC became the generator of other important research centres (*Centro de Neurociencias*, *Centro Nacional de Salud Animal*, *Centro de Investigación en Genética y Biotecnología*, *Centro de Inmunoensayo*). Most members of the top scientific staff of the present biotechnological, genetic engineering and pharmaceutical centres, have been trained at the CNIC. It established strong scientific ties with Institutions in the Soviet Union and East European countries, and with the French National Centre of Scientific Research (CNRS) as well.

²⁴ See the reference in note 17.

²⁵ See the reference in note 9.

Remarkable work was done in communications and space research, in close collaboration with the Soviet Union and East European countries. Within the framework of the Intercosmos Program, in which Cuba participated since its inception in 1965, a number of Cuban scientists, engineers, and technicians engaged in work on space Physics, satellite communications, meteorology, remote sensing, and space medicine and biology. A high point was reached in September 1980, during the orbital flight of the first Cuban cosmonaut, Arnaldo Tamayo, when about 20 scientific experiments, prepared by Cuban specialists in collaboration with some other participants in the Intercosmos Program, were performed in space. These specialists belonged to different Cuban institutions, such as the University of Havana's *Escuela de Física*, the Academy's ININTEF, and the ITM, who worked intensely for more than two years to design and prepare the set of experiments which were performed in space later on. Cuban physicists proposed and designed experiments for the creation, under microgravity conditions, of special semiconductor materials, and for the growth of sugar crystals. They were also involved in the performance and interpretation of remote sensing experiments over Cuba, and designed the first application ever of laser holography in space. This experiment was flown soon after Tamayo's flight, and was brought to fruition in collaboration with the Ioffe Institute of the Soviet Academy of Sciences.

3.4 *The Cuban system of higher education and scientific research by the end of the decade*

To strengthen the required coordination of scientific research among the country's various institutes, the *Consejo Nacional de Ciencia y Técnica* was created in 1974, whose functions were transferred to the Academy of Sciences in 1977, where the *Dirección de Ciencias Básicas* was created in the same year.

An official study conducted in 1976 on the status of scientific research in Cuba,²⁶ reported the institutions and the activities we have discussed, with quantitative data (Tables 1 and 2), and discussed the importance of this activity for the country from different viewpoints.

TABLE 1

Number of graduates in Physics, 1976	Origin
337	Universidad de La Habana
35	Universidad de Oriente
12	Universidad Central de Las Villas
35	Foreign Countries
10	Físico Matemáticos
429	TOTAL

²⁶ "Estado Actual de las Ciencias Físicas en Cuba", cited in note 18.

TABLE 2	PUBLICATIONS (1976)	
	NATIONAL	FOREIGN
INSTITUTIONS		
Escuela de Física de la UH	100	20
IGA de la ACC	17	32
ININ de la ACC	14	
ININTEF de la ACC	10	7
TOTAL	141	59

In 1976 the *Ministerio de Educación Superior* (MES) was created, and a period of successive changes followed, with mixed results, before reaching a stable state in the following decade. Higher education curricula and research activities were reorganised, which initially created some difficulties. Faculties and Departments were introduced. The University of Havana gave birth to five Higher Education Centres: the ISPJAE as a technological university, the *Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona* (ISPEJV) for the training of teachers, the ISCMH for medicine, and the ISCAH for agronomy. In the University of Havana the *Facultad de Ciencias Exactas y Geografía* was created, eliminating the *Escuelas* and creating *Departments*, in particular a unique *Teaching Department*; which brought some difficulties to the *Escuela de Física*, because of its previous *Research Group* structure.

The *Sociedad Cubana de Física* and the *Sociedad Cubana de Matemática* came into being in 1978, and the *Secretaría de Asuntos Nucleares* (SEAN) was created in 1979. By the end of the decade, the foundations for a modern scientific system were laid, and the path was paved for further developments.

ACKNOWLEDGMENTS

Due to a lack of original documents, much of the information contained in this paper comes from interviews with Cuban physicists and other specialists who participated in the above mentioned events. It is impossible to acknowledge each one of them. The name of Fernando Crespo should be added to those of the authors of this paper; without him this research could hardly be initiated, and the result would have been much better had he not disappeared in June of 1997. We are also grateful to Dr. José Altshuler for his valuable comments and general revision of our manuscript. One of the authors, Angelo Baracca, warmly acknowledges the hospitality by the *Facultad de Física* of the University of Havana since 1995; and the partial support provided to his work from the research funds “ex 60 %” of the University of Florence.

Cincuenta años de Física en la Universidad de Oriente (Santiago de Cuba)
Fifty years of Physics in the Eastern University (Santiago of Cuba)

Luis Méndez Pérez

Departamento de Física, Universidad de Oriente
Santiago de Cuba 90500, Cuba
e-mail: lmendezp@csd.uo.edu.cu

Angelo Baracca

Dipartimento di Fisica, Università di Firenze, Italia
e-mail: baracca@fi.infn.it

RESUMEN

La Universidad de Oriente en la ciudad de Santiago de Cuba (1000 km de La Habana) también contribuyó al desarrollo de la física en Cuba en las últimas cinco décadas. En el año 1970 fue creada en esta Universidad la Escuela de Física. En este trabajo se reconstruyen la actividad académica y la investigación científica en esta institución.

ABSTRACT

The Eastern University site in the city of Santiago de Cuba (1000 Km of Havana) also has contributed to the development of physics in Cuba in the last five decades. In the year 1970 in this University was created the “Escuela de Física”. In this paper a historical sketch of the academic activity and scientific research of this institution is outlined.

INTRODUCCIÓN

En un artículo anterior (1) se expone el despegue de la Física en Cuba desde 1959 hasta la década de los años setenta, centrándose principalmente la discusión en el desarrollo de esta ciencia en la Escuela de Física de la Universidad de la Habana (UH), que representó en este período la institución más cualificada del país, no obstante en otros centros también se comenzó a desarrollar la Física. Entre ellos en la Universidad de Oriente (UO), donde se fundó la Escuela de Física en 1970, pero que contó con su Cátedra de Física desde la fundación de la propia Universidad, en el año 1947.

Continuando con el proyecto de reconstruir la historia de la física en Cuba en los últimos cuarenta años. En este artículo se concentrará la atención al desarrollo de la enseñanza y las investigaciones en Física llevado a cabo en la Universidad de Oriente, con sede en la segunda ciudad de importancia económica, social y cultural en el país, la ciudad de Santiago de Cuba situada a 1000 Km al este de la Capital de la República, y bañada por las cálidas aguas del mar Caribe.

LOS PASOS INICIALES

a) Período de 1947 a 1961

La UO es inaugurada el 10 de octubre de 1947, siendo este hecho, señalado por la prensa(2), como: “..acontecimiento trascendental en la historia de la docencia cubana... comenzando a funcionar bajo los mejores auspicios...”. La fundación de la Universidad se logra después de incontables gestiones durante dos décadas por diferentes organizaciones sociales independientes, constituidas por profesionales, comerciantes e industriales con perspectivas futurista de desarrollo; entre estas, estaban la Sociedad de Estudios Superiores de Oriente y el Consejo Directivo de la Universidad de Oriente. Entre los miembros de este último Consejo estaba el Dr. en Ciencias Físico-Matemáticas Roberto Soto del Rey.

Al abrir sus puertas la Universidad, lo hizo con su Facultad de Ingeniería ofreciendo la Carrera de Ingeniería Química Industrial, que entre las disciplinas a cursar en su curriculum del primer curso estaba la Física Superior a cargo precisamente del Dr. R. Soto del Rey(3), quien ocupaba la primera Cátedra de Física en la recién inaugurada Universidad. La que al fundarse tomó lo mejor de la pedagogía cubana, como expresó en cierta ocasión el distinguido Profesor de origen español Dr. Francisco Prat en entrevista al Periódico Sierra Maestra(4) “ La Universidad de Oriente nació con el propósito de renovar la enseñanza en Cuba..”

El Dr. Soto del Rey (1913-1995), graduado de Dr. en Ciencias Físicas, Químicas y Matemáticas en la UH en 1939, fue nombrado en ese mismo año Profesor de Física del Instituto de Segunda Enseñanza de Santiago de Cuba (5). El fue un fiel seguidor de las concepciones de José Agustín Caballero, donde este precisamente abogaba(6) “... por la enseñanza en Cuba de la Física copernicana y la del inglés Newton; deseaba la Física Experimental y Aplicada para que los jóvenes apoyados en ella ayudasen al fomento nacional..”, y también las de su discípulo, el sacerdote y filósofo Felix Várela(7) con “.. su concepción de que a partir de la experiencia y la razón se puede llegar al conocimiento, lo llevó a inaugurar la enseñanza mediante experimentos de laboratorio de Física y Química..”. También el Dr. Soto del Rey siempre fue un devoto del racionalismo cartesiano y del experimentalismo galileano, desempeñando una meritoria labor al crear nuevas prácticas de laboratorio.

En la propia década de los años cincuenta, Soto del Rey fue precursor en la UO de la importancia del contacto internacional, iendo directamente a beber de la sabiduría de las escuelas francesa e italiana: así en 1955 estuvo en las Sorbonas de París y en Milán, entre otros lugares, y adquirió conocimientos de Teoría de la Relatividad, Teoría Cuántica, Física Estadística y Cálculo Tensorial.

En esta etapa, siguiendo además el legado del excelente maestro de Física Dr. Manuel F. Gran, el Dr. Soto del Rey inicia el montaje de los laboratorios docentes de Física, Planta Piloto, y el Taller de Maquinado, destinados a brindar una sólida formación práctica a los estudiantes, lo que es confirmado por el Dr. Prat(2) “.. tratar de hacer de la UO un centro tecnológico de Ciencias Aplicadas, pues desde el primer momento aquí se puso énfasis en la Ingeniería Química, con la construcción de los primeros laboratorios en cuanto se contó con presupuesto..”.

Ya en 1956 existía en la UO la Facultad de Ciencias Naturales, la que ofrecía las carreras de Física-Matemática y Química-Física, aunque con una matrícula muy reducida.

Esta es una etapa de definiciones y de establecimiento de una corriente pedagógica propia en cuanto a la enseñanza de la Física para estudiantes de pregrado de Ingeniería y Ciencias, para estas últimas también con un perfil de aplicación, surgiendo la idea de ofrecer una carrera de Física Industrial, tema hoy en día en boga en la arena internacional(8). El Dr. Soto del Rey fue un abanderado precursor de estas ideas, consciente del provecho que se obtendría al fomentar las investigaciones científicas, muy pobres en esa época. Lamentablemente, todo esto sólo fueron en aquel momento ideas muy loables.

b) Período de 1961 a 1967

Una entidad académica alcanza personalidad propia en tanto es capaz de no depender exclusivamente del conocimiento y sus portadores (programas, textos, equipos, etc.) externos, sino que puede también generarlos y con ello contribuir modestamente a preservar y generar cultura: ya el Departamento de Física de la UO en los primeros años de la década de los años sesenta alcanza este estadio y así en septiembre de 1961 ve la luz la obra *Tensión superficial y soluciones líquidas* de los Drs. Roberto Soto del Rey y Luis Aguilar Salcedo (quien se había incorporado como Profesor de Física de la Universidad en el año 1960) y en cuyo prólogo(9) se lee: “.. con este trabajo, el Departamento de Física inicia la publicación del curso de Física que se imparte a los que estudian Ingeniería en la Universidad de Oriente..”. Es ésta, una aspiración de la década anterior hecha realidad; en los años siguientes se publican otros tomos *Estática, Cinemática, Hidrodinámica y Vibraciones y Ondas* en 1966.

Estas obras dan personalidad propia al Departamento, no sólo por haberlas publicado, sino más bien por el estilo propio que las caracterizan: a partir de cortos epígrafes, aislados al parecer unos de otros, al conformarse los de mayor jerarquía hasta llegar a los Capítulos; se va construyendo poco a poco el conocimiento y la teoría más general. En ellos existe la cantidad de palabras necesarias, si falta una, la idea queda inconclusa, si hay una más, ésta resulta superflua; esto es característico del Dr. Roberto Soto del Rey, la conjugación del racionalismo y la síntesis. La experiencia y la razón, están también presentes en estas obras, para llegar al conocimiento se describen múltiples experiencias y por generalización se llega a conclusiones teóricas; no estando ausente la rigurosidad matemática, ni olvidadas las aplicaciones prácticas de instrumentos o métodos de esos principios teóricos.

Partiendo del fundamental papel de la Historia de la Ciencia en su enseñanza y preservar y transmitir el legado de aquellos que contribuyeron al desarrollo de la física, en el antiguo local del Departamento, a lo largo del pasillo que conducía a los laboratorios se instauró una modesta pero verdadera galería de Físicos. Orgullo indiscutible del Departamento, admirada por todo aquel, que tenía la oportunidad de deleitarse con ella, a la vez de adquirir conocimientos.

La comprensión del valor de las investigaciones científicas en las instituciones académicas superiores, como elemento fundamental en la generación del conocimiento, y la necesidad del intercambio internacional en esta etapa ya estaban presentes en la UO. Así en Mayo de 1962 el Decano de la Facultad de Ciencias, Dr. Fernández Bertrán, realizó una visita a Universidades e instalaciones de investigación en Alemania e Italia, firmando un convenio(10) de colaboración con la Universidad Técnica de Dresden. En junio presentó un Informe detallado(11) de la posible colaboración con diversas instituciones y Físicos italianos en los campos de la Física Nuclear y la

del Estado Sólido; dicho informe concluye "... esperando este informe contribuya al inicio de la planificación de la investigaciones de la Física en Cuba...". A consecuencia del viaje de Bertrán vinieron en la UO dos profesores italianos, el Ing. Mario Chirco, ingeniero eléctrico que tenía un alto nivel físico matemático de la escuela italiana y se quedó varios años, y el físico nuclear Piero Basso.

Por su parte, también el Dr. Soto del Rey viajó a Polonia, URSS, Bulgaria, etc, para iniciar relaciones en busca de asesoría científico técnica con instituciones de educación superior de estos países (5).

En 1966 se crea la Escuela Básica de Tecnología y Ciencias, a la cual se integran los Departamentos de Matemática y Física: en este último por períodos cortos se incorporan otros Profesores, el salvadoreño Dr. Ricardo Arrieta Salazar, el Dr. Suarez Soto, el Dr. Olivares.

LA ESCUELA DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE

a) Gestación de la Escuela (1967 – 1970)

En el curso académico 1967-1968 la situación de la Física en la UO era:

- una alta labor académica de pregrado,
- un número reducido de Profesores.

Cuyas consecuencias más inmediata, entre otras eran:

- los Profesores carecían de tiempo para incorporarse a proyectos de investigaciones;
- no podían ellos recibir, ni impartir enseñanza postgraduada.

Esta situación cada vez más se agudizaba – debido al aumento de la matrícula en las carreras de Ingeniería, Ciencias Agropecuarias, Medicina y el Instituto Pedagógico – en tanto no existía una carrera para formar Físicos. No obstante verse esa necesidad desde la década anterior, pero la misma no fructificaba por las mismas razones expuestas.

Para resolver el problema docente (12) se pidieron dos físicos a La Habana, ellos fueron los Licenciados Homero Fuentes y Jorge González (quien había realizado estudios en Alemania); se contactó con el profesor soviético Kochanov, que se encontraba en La Habana, y por esta vía llegó a la Universidad de Oriente Valeri Smirnov, un joven especialista en Física Nuclear de la Universidad de Leningrado

Desde 1965 en la UO (12) se habían constituido dos comisiones para analizar las vías de formar físicos y matemáticos, para resolver los problemas docentes, dirigidas por Luis Oliva y Miguel Matute respectivamente. Pero esto no prosperaba por que se pensaba que la Universidad de la Habana podía formar todos los físicos necesarios al país. En los intercambios con Kochanov se vislumbró que el objetivo no se limitaba al de resolver el problema docente, sino también, al de desarrollar la física y así surge la idea de conseguir una formación de "Ingenieros Físicos" permanente en la facultad de Tecnología, solicitándose al MINED la autorización para formar 20 ingenieros físicos en 1967.

Ante esta posibilidad gente con espíritu visionario entre todas las posibles alternativas, optó por la que aprovechaba al máximo los medios y recursos existentes:

- creación de un grupo de 20 estudiantes, seleccionados entre los mejores expedientes de los terceros y segundos cursos de las Carreras de Ingeniería o Ciencias Químicas y formarlos como Físicos en un corto período de tiempo;
- que esos estudiantes se dedicasen simultáneamente a la impartición de las asignaturas de Física General a otras carreras, montasen o perfeccionasen los laboratorios docentes, y concentrar el trabajo de los pocos Profesores existentes y de la asesoría técnica extranjera a la formación de los estudiantes de Física.

Con estas premisas surgió en el año 1967 el “Plan Especial de Ingeniería Física” de la Escuela Básica de la Facultad de Tecnología, haciéndose público en Julio de 1968(13): “Se graduarán primeros Ingenieros Físicos de la UO en 1971, con el fin de resolver problemas tecnológicos y análisis físicos de minerales...”.

Este fue el primer paso en la gestación de la Escuela de Física de la UO, siendo los objetivos del plan(14):

"...el grupo de Física Aplicada persigue resolver en términos generales todas las necesidades docentes, de investigación o de cualquier otro tipo en el campo de la Física en la UO.

...pretende la formación de un núcleo inicial en nuestra Universidad, que trabajará en diversas ramas de la física Aplicada. ...los graduados de este grupo de Física Aplicada recibirán el Título de Ingenieros Físicos.

...pretende la formación de un Físico, con buena base experimental y teórica, así como cierta formación técnica capaz de trabajar en las investigaciones aplicadas e industriales, así como incorporar los últimos adelantos de la Física a la Tecnología."

Como se observa de la letra y el espíritu de la cita anterior, se pretendía la formación de un Físico Industrial. Esta idea se corrobora en el propio curriculum diseñado y comentado por J. González y H. Fuentes(15) cuando escriben: “ se han incorporado por considerarse indispensables dos períodos de Electrotecnia, dos de Electrónica Básica y uno de Electrónica Industrial... El Plan de formación de Ingenieros Físicos marca sin discusión una nueva etapa en el desarrollo de la Física en nuestra Universidad. Por primera vez en ésta se acomete la formación de Físicos y con ello se resuelven toda una serie de dificultades y obstáculos que parecían insalvables..”. Lo mismo se reafirma por un funcionario del Ministerio de Educación en su informe(16): “Objetivo de la carrera: Preparar al estudiante como Físico que resuelva problemas en la industria..., el que investiga tiene una impresión óptima del trabajo que han realizado los compañeros J. González y H. Fuentes y otros dos compañeros Drs. en Física-Matemática [R. Soto del Rey y L. Aguilar Salcedo, nota del autor]; por su entusiasmo, que no ha ido en detrimento de la seriedad... Estimamos que se debe conceder la ayuda oportuna a esta Escuela de Ingeniería Física. Por diversas razones

.. la Universidad de Santiago de Cuba tiene posibilidades de desarrollar un trabajo de investigación científica en diversas ramas, por contar con cuadros de verdadera estatura científica internacional (Dr. Fernández Bertrán) que podría orientar el camino de una investigación de postgraduados por caminos de cierto interés nacional.

...por la seriedad que se ha mostrado en la formación de la Escuela. ...”

A los veinte años de fundada la Universidad de Oriente, en 1967, se inició la gestión de la fundación de su Escuela de Física, acontecimiento también trascendental en la historia de la Universidad: periodo que concluyó en 1970 con la fundación oficial de la Escuela en el mes de

Marzo y con su primera graduación de 19 Ingenieros Físicos el 8 de Diciembre del mismo año. En esta época se contó con la inestimable labor de muchos funcionarios y profesores de la propia Universidad, entre ellos: el Ingeniero Miguel Torres desde su posición primero de Decano de la Facultad de Tecnología y más tarde de Vicerector Docente; los Drs. Luis Esteves Macken, José Borges Badell y Rosina Hing Cortes del Departamento de Matemáticas; los Ingenieros Miguel Matute Peña y Arístides Bereguer de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, que pertenecieron al claustro del Plan Especial de Ingeniería Física; así como también el Candidato en Ciencias Físico-Matemáticas Valery Smirnov de la Universidad Estatal de Leningrado y el Dr. Johan Monecke de la Universidad Técnica de Dresden, quien en 1969 impartió un curso de Mecánica Cuántica.

b) Consolidación de la Escuela (1970 – 1976)

La estructuración y fundación de la Escuela de Física en Marzo de 1970 y la primera y única graduación de Ingenieros Físicos en diciembre del propio año delimitan el fin de una etapa histórica y el inicio de la siguiente, con un bien ganado derecho a empezar a desarrollar la física en la Provincia de Oriente.

Al oficializarse la Escuela de Física (17) se define un perfil de trabajo dentro de los métodos físicos de análisis, nombrándose director al Lic. Jorge González y subdirector al Lic. Homero Fuentes; y ésta se estructura con cinco Departamentos:

- Física Nuclear, Jefe Luis Pérez Tamayo
- Óptica y Espectroscopia, Jefe Miguel Catasús Portuondo
- Física de los Rayos X y Metales, Jefe Manuel García Ramos
- Física General y Teórica, Jefe Luis Aguilar Salcedo
- Física Electrónica, Jefe Carlos Cabal Mirabal

Los tres primeros, siguiendo la Escuela Soviética, ofrecían especialización a los alumnos y debían realizar investigaciones aplicadas en sus respectivos campos; los dos últimos tenían como misión apoyar las investigaciones de los primeros y ofrecer la formación básica de los alumnos de Física.

El claustro de la Escuela aumentó considerablemente con la incorporación al mismo de los primeros 19 graduados; manteniéndose en su seno los gestores y colaboradores más cercanos de su fundación, los Lic. J. González y H. Fuentes, los Dr. R. Soto del Rey y L. Aguilar Salcedo; la incorporación de otros Licenciados en Física recién recibidos en la Universidad de la Habana y la visitas periódicas de Profesores de la Universidad de Leningrado como: V. Smirnov, A. Petrov, V. Niementz, N. Panichev, M. Braun, L. Lavzovsky, etc. Con la colaboración de estos últimos en esta etapa que se extiende hasta 1976 es que verdaderamente se inician las investigaciones científicas aplicadas, privilegiándose las experimentales, con un nivel no muy alto y en muchos casos repitiéndose aplicaciones ya publicadas, pero con la clara conciencia de su necesidad e importancia para el desarrollo ulterior de la Física en la Universidad y su entorno provincial. Para lograr esto, era vital establecer y mantener una fuerte comunicación y nexos internacionales con visitas cortas o prolongadas de los miembros del claustro a centros de otros países. De esta forma entre 1971 y 1972 (18) aproximadamente 10 de los miembros del recién formado claustro parten hacia las Universidades de Leningrado, la Técnica de Dresden y a Estocolmo, unos para intercambios de experiencia docente o cursos cortos y otros para realizar estudios de postgrado, conducentes a la obtención del grado científico de Doctor (Candidato a Doctor en aquella época).

En 1970 Matute hace una visita de seis meses a Italia (12), Luis Aguilar y Miguel Catasús en 1972 visitan la Universidad de Leningrado. Profesores franceses encabezados por Henry Pezerat imparten cursos de postgrado sobre métodos de caracterización de materiales en 1970.

Hasta 1976 en total se habían graduado 40 físicos (19); la matrícula de la Escuela en ese año era de unos 50 alumnos repartidos en todos los años (20), todos los graduados de la Escuela presentaron Tesis o Trabajos de Diploma, muchos de los cuales en Física Nuclear.

Los principales temas de investigación, hasta 1976, fueron los siguientes (20): la actividad más fuerte se desarrolló en el Departamento de Óptica y Espectroscopía, aunque la Física Nuclear también tomó auge alrededor de la mitad de la década. Las investigaciones en espectroscopía se desarrollaron en conexión con la industria del níquel, con técnicas de emisión y absorción atómica, según dos líneas de trabajo: directamente sobre el producto de la planta (M. Catasús), y sobre las lateritas (J. Ricardo). En Rayos X y Metales se estudiaron fundamentalmente transformaciones de fase.

Desde 1968 (21), a petición del Decano de la facultad de Medicina, Soto del Rey empezó a impartir Física a los estudiantes de los primeros años de Medicina, e inmediatamente se percató de que la forma y el método con que se impartía la asignatura había que adecuarlos a los intereses de los estudiantes, creando la signatura de Física para Médicos. Este curso tuvo gran aceptación y los profesores solicitaron recibir este curso como postgrado, posteriormente ya en la década de los setenta la Facultad de Biología solicitó los servicios de Soto del Rey para impartir con la misma óptica el curso a los estudiantes de Biología. Producto de este trabajo Soto del Rey publicó en la editorial "Oriente" en 1988 una obra en cuatro tomos titulada *Introducción a la Biofísica*.

Para el bienio 1976 – 1977 regresan del extranjero los primeros que marcharon para la realización de estudios de doctorado, con una formación más fuerte e insertada en el programa científico de cada uno de sus respectivos Departamentos, fundamentalmente en los de especialización. En este sentido la Escuela de Física de la UO fue pionera en la especialidad de Óptica y Espectroscopía en Cuba, siendo los primeros especialistas graduados de ésta; también se alcanzó un cierto desarrollo en la de Física Nuclear y en la de Rayos X y Metales, siguiendo la filosofía propia de la Escuela de ser experimental-aplicada.

EL PERÍODO DE ESPLENDOR DEL DESARROLLO DE LA FÍSICA EN LA UO (1976 – 1985)

Al crearse el Ministerio de Educación Superior en 1976 la Escuela de Física y su Departamento de Física Electrónica dejaron de existir oficialmente, en tanto los otros departamentos pasaron a formar parte de la Facultad de Ciencias Física, Química y Matemáticas, y posteriormente en 1982 a la de Ciencias Física-Matemáticas. No obstante, la inyección de mayor nivel y rigor científico-académico, que comenzó a introducirse en el año 1976 con los integrantes del Claustro con cursos de Postgraduación en el extranjero y el intercambio básicamente con la RDA y la URSS, se intensificó y para 1985 se fueron recogiendo significativos logros como:

- el claustro contaba con 8 Candidatos a Doctor, uno de ellos formado en la propia “Escuela de Física”;
- de treinta y cinco Profesores ya catorce tenían las Categorías de Profesores Titulares o Auxiliares.

Estos y otros éxitos, que se iban obteniendo se sintetizaron en 1983 en el Proyecto de Unidad de Ciencia y Técnica (UCT) “Laboratorio Métodos Físicos de Análisis”(22) como se transcribe a continuación:

“En los 13 años de creación de la especialidad de Física en la Universidad de Oriente se han tenido logros substanciales en la formación de cuadros científicos de alta calidad y el trabajo científico-técnico vinculado a los problemas económicos de las provincias orientales y del país. ... la actividad investigativa del personal calificado ha obtenido importantes resultados científicos que sitúan sus trabajos a la cabeza de las investigaciones en varios campos de la física aplicada en nuestro país, como son: la espectroscopía atómica y la cristalografía... podemos mencionar los siguientes:

- aplicación de las técnicas de neutrones para la determinación de humedad de suelos cubanos; aplicación de radioisótopos en el análisis de los suelos, análisis radiométrico de minerales;
- determinación de la estructura de la sacarosa crecida en el experimento Zona del vuelo cósmico conjunto soviético-cubano;
- la determinación de la composición de minerales cubanos, datos que sirvieron para la confección del mapa geológico 1 : 100.000 en lo referente a metales nobles;
- una producción científica de más e un centenar de artículos en revista nacionales e internacionales, la participación en más de 80 eventos científicos, de ellos 10 de carácter internacional en la URSS, RDA, Holanda, Canadá...”

Por otra parte el colectivo de investigadores fue galardonado con los siguientes premios, entre otros:

- tercer lugar del concurso 250 aniversario de la AC de la URRS;
- primer lugar del concurso “Jóvenes Científicos” del Instituto de Física de la Universidad de Leningrado en 1980;
- dos estudiantes incorporados a los grupos científicos recibieron medallas “Forjadores del Futuro”.

Se publicaron diversos materiales de información científica, textos, manuales y se prepararon otros que vieron la luz en los dos o tres años siguientes, entre estos:

- *Conferencias de Mecánica*, I Parte, P. Hourritinier;
- *Métodos de determinación de oro en Minerales*, M. Cobas, 1980;
- *Estudios de soluciones electrolíticas paramagnéticas con el método de RMN. Estudios de los procesos de solvatación*, C. Cabal, 1982;
- *Colección de problemas resueltos, I (Sobre tareas de la Física Matemática y aplicaciones a la Física)*, J. Parera, E. Roca, L. Grave de Peralta, R. López, 1984;
- *Métodos electrónicos en la física experimental*, L. Méndez, 1986;
- *Introducción a la biofísica*, R. Soto del Rey, 1988.

Todo este que hacer científico-investigativo, incipiente en la década de los años 70 e inexistente antes, se reflejaba en la labor académica de pregrado, pero también en la de postgrado (inexistente antes), con la impartición de diversos cursos, entrenamientos y aspiranturas.

Un hecho de relevante valor y que marca el reconocimiento al esplendor que se emitía desde la “Escuela de Física” de la UO por la comunidad de Físicos en el país, fue la celebración entre el 27 y el 29 de Junio de 1985, del III Simposio de la Sociedad Cubana de Física en sus predios. Evento que se desarrolló exitosamente y hasta el momento el único celebrado fuera de la capital del país.

Hasta 1985 la “Escuela de Física” de la UO había alcanzado grandes éxitos en su desarrollo lo que implicó que desde 1977, el entonces Departamento de Física Nuclear elevase el Proyecto “Introducción de las Técnicas Nucleares a la Economía Nacional”, a coordinar y obtener financiamiento con el PNUD, el cual fue aprobado por la Comisión Nacional para el uso Pacífico de la Energía Atómica en 1979 sin cambios substanciales en cuanto a sus objetivos y equipamiento solicitado, pero sí, con la inclusión de otras entidades académicas del país que laboraban en temas afines (23). En 1983 se elevó el proyecto para la creación de la Unidad de Ciencia y Técnica (UCT) “Laboratorio Métodos Físicos de Análisis” (22): éste solo se quedó como proyecto, pues no se oficializó, no obstante de forma incipiente la UCT de forma extraoficial comenzó su trabajo.

UN PERÍODO DE TRÁNSITO (1985 – 1993)

La imposibilidad de contar con los recursos financieros y de equipamiento de los dos proyectos citados; la creación del Departamento de Física para las Ciencias Técnicas, que en 1985 pasó al Instituto Superior Politécnico Julio Antonio Mella; la eliminación de las especialidades de los planes de estudio desde 1982; el cierre de las investigaciones aplicadas de la Física Nuclear por decisión de la Secretaria de Asuntos Nucleares (SEAN) entre 1985 y 1986. Fueron factores que propiciaron al inicio, una débil emigración, pero que se fortaleció con el tiempo del personal más calificado del claustro de la “Escuela de Física”. En cuestión de dos años emigraron unos 17 Profesores-Investigadores, reduciéndose el número de Doctores a 4, el de Profesores Titulares y Auxiliares a 5. Por esta emigración el claustro se comenzó a completar con personal recién graduado o de graduados con otra formación. Así para 1993 el claustro se había renovado prácticamente en su totalidad, al tenerse en cuenta la jubilación de los Drs. R. Soto del Rey y L. Aguilar Salcedo y el fallecimiento de uno de los primeros graduados el Ingeniero Físico Arturo Guzmán.

Lo anterior trajo como consecuencia que la atmósfera científico-académica y la filosofía con que había surgido la “Escuela de Física” se fue desvaneciendo, a pesar de los esfuerzos realizados, de los que se recogieron algunos frutos.

En el bienio 1986–1987, los pocos que no emigraron, en compañía de algunos recién incorporados al claustro, debieron de cambiar sus líneas de investigación, pues las iniciales de Física Nuclear, Óptica y Espectroscopía y Rayos X y Metales habían desaparecido de la faz de la Escuela.

Algunos de ellos, con la adquisición en 1987 de un Microscopio Electrónico, se incorporaron a adquirir en entrenamientos una nueva especialización relacionada con estas técnicas, básicamente en la esfera de Ciencias de los Materiales.

Otros se dedicaron a la automatización de experimentos como herramienta de trabajo y a la Física Computacional, las que se combinaron o aplicaron a los campos de la Biofísica, la Física Médica y la Biotecnología; a estos campos se vincularon otros métodos, como los de la RMN, y se obtuvieron algunos resultados en el cuatrienio 87 – 90 que vislumbraban un brillante futuro, algunos de ellos son los siguientes:

En el año 1987 se creó un grupo multidisciplinario de Física Médica, que dio sus primeros pasos en el Hospital Oncológico “Conrado Benítez” de Santiago de Cuba y se lograron investigaciones conjuntas, que incluían al Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología,

realizando trabajos de automatización, simulación y cálculos de pruebas radioisotópicas, construyéndose un Renógrafo Computadorizado, cuyo primer paso fue (24) “Pruebas cuantitativas en el análisis de renogramas”.

Colectivo más destacado de la Universidad de Oriente “Grupo de Resonancia Magnética” (25) al: “Establecer metódica para el diagnóstico de la enfermedad Eritrocitos Falciformes (Siclemia)”, “Estudios preliminares para la clasificación de linfadenopatías para el diagnóstico de quemados” y “Distribución de fármacos en tejidos biológicos”.

El Grupo de Física Médica obtuvo el Premio al Mérito Científico por el resultado aplicado de mayor beneficio económico (26) con el Fotopletismógrafo UOANGIO-01, realizado en colaboración con el Hospital Provincial de Santiago de Cuba “Saturnino Lora” y el Instituto Nacional de Angiología y Cirugía Cardiovascular”.

En estos nuevos campos se intentó vitalizar y fortalecer la identidad con que había surgido la “Escuela de Física”, pues concordaban con ideas anteriores del Dr. R. Soto del Rey de desarrollar la Biofísica, intentándose abrir una especialidad de Postgrado (27) en Biofísica Médica, siguiéndose la estructura de las Maestrías en Ingeniería Biomédicas latinoamericanas (brasileñas y mexicanas). No obstante, todo este trabajo realizado no logró hasta ese momento encontrar mejores resultados en las investigaciones, pues la especialidad de postgrado no se aprobó, existieron cambios sucesivos de estructuras, desde finales de 1989 los grupos de investigación de RMN y de Física Médica, que por separado habían obtenido resultados destacados, formal y prácticamente se unificaron, conformando el germen de lo que más tarde, en 1993 se inauguraría como el Centro de Biofísica Médica. Sí bien este centro ha desarrollado trabajos de investigación de gran valor nacional e internacionalmente, el Departamento de Física de la UO se vio debilitado por la salida del personal que en estos campos habían logrado los resultados antes mencionados. En este sentido hubo una nueva emigración, a la que se le añadieron otras hacia otros países por motivos políticos, económicos y otras razones.

RENACIMIENTO DEL NUEVO DEPARTAMENTO

En el período de 1995 al 2000 se enmarca el cincuentenario de la fundación de la UO y su Cátedra de Física. Cátedra que ha evolucionado, alcanzando diferentes estructuraciones, funciones y ramificaciones, como los actuales Centro de Biofísica Médica, Departamento de Física Aplicada y Departamento de Física. Este último, que ofrece la Licenciatura en Física y sobre él cual versa fundamentalmente este esquicio histórico al denominarse “Escuela de Física”.

En este último período se han establecido líneas de trabajo científico diferentes a las existentes al fundarse la Escuela de Física, así se tiene:

El antiguo grupo de Óptica y Espectroscopia, se transformó en uno de Fluorescencia y Aplicaciones del Láser.

Se ha creado un grupo de Física Teórica apoyado por el Departamento de Física Teórica de la Facultad de Física de la Universidad de la Habana, con trabajos en el campo de las nanoestructuras, presentación de trabajos en revistas y eventos internacionales, como el III International Conference on Nanostructured Materials.

Se conformó un grupo de trabajo experimental en ciencias de materiales dedicado al estudio de propiedades eléctricas y térmicas de conductores iónicos; propiedades de los materiales

ferroeléctricos; propiedades magnéticas de materiales magnéticos blandos. Con publicaciones en revistas internacionales.

Se tiene un grupo de investigación en Didáctica o Enseñanza de la Física en el nivel universitario, que ha presentado varios trabajos en los Talleres Iberoamericanos celebrados en la Universidad de la Habana y en otros eventos nacionales e internacionales.

Existe también un grupo dedicado las investigaciones en Fluido dinámica computacional.

En estos grupos, ya algunos de sus integrantes han presentado y defendido sus tesis de maestrías o doctorados o están en vías de presentarlas en breve tiempo.

Las relaciones de intercambio académico-científicas con universidades extranjeras, que en el período anterior casi se anularon completamente, de una forma u otra se están intensificando, en especial con países de Iberoamérica (España, Brasil, México, Venezuela, etc.).

En la actualidad se vuelve a encender la luz del esplendor, que iluminó a la Escuela de Física de la Universidad de Oriente en la época de su fundación, volviendo a recorrerse el mismo camino, para que como el ave Fénix, vuelva a renacer el espíritu de los primeros tiempos.

EPÍLOGO

En los primeros cincuenta años de vida de la Universidad de Oriente, la Física, que en ella surge con su fundación teniendo en ristre el legado de los ilustres maestros cubanos J. A. Caballero, Felix Várela, M. F. Gran, a través de diferentes períodos de eclipses parciales o de esplendor ha alcanzado un buen grado de desarrollo. De un inicio, en que sólo se impartía una asignatura de Física de pregrado en la carrera de Ingeniería Química, pasando por asignaturas para las diferentes carreras de Ingeniería, fuente de la cual las generaciones de Ingenieros graduados de la Universidad de Oriente han bebido y algunas generaciones de Médicos, llega a un estadio superior, adquiriendo vida propia en la Escuela de Física con sus primeros 19 graduados de Ingeniería Física en el año 1970. Y que en estos 30 años ha graduado 334 nuevos Físicos, incluidos algunos de países hermanos de América Latina y África. Celebrándose también en el año 1998 el II Coloquio de Física Dr. R. Soto del Rey Inmemoriam, en homenaje póstumo a quien fue fundador de la primera Cátedra de Física en la UO y dedicó toda su vida a su desarrollo, y en el año 2000 con carácter internacional la III Conferencia de Física "Soto del Rey Inmemoriam"

La Física en el L aniversario y en el de la propia Universidad, y en particular en el XXX aniversario de la fundación de la Escuela de Física y de su primera graduación, tiene su historia inseparable de la historia de la Universidad, que este esquicio histórico pretende iniciar un estudio más detallado, para que ilumine el camino de las nuevas generaciones.

AGRADECIMIENTOS:

En primer lugar tenemos que agradecer a todos los colegas que nos han ayudado en reconstruir las etapas del desarrollo de la Física en Oriente: Miguel Matute Peña, Ramón Pómes Hernández, Homero Fuentes González, Eduardo Roca Oria, Jorge Ricardo Pérez, Rafael Mut Bénitez.

Uno de los autores, Angelo Baracca, quiere agradecer a la Facultad de Física de la Universidad de La Habana por la hospitalidad que le ha ofrecido y que le ha permitido llevar a cabo esta

investigación; por otro lado el agradece a la Universidad de Florencia que le ha otorgado un parcial soporte financiero en los presupuestos de “ex 60 %”.

NOTAS Y REFERENCIAS

- 1 Baracca A. (1999): *El despegue de la Física en Cuba desde 1959 hasta la década de los setenta*, Revista Española de Física, **13** (1), 1.
- 2 *Diario de Cuba*, Santiago de Cuba, 12 de Octubre de 1947.
- 3 Acta No. 13 del Consejo Directivo de la UO, 23 de Octubre de 1947.
- 4 *Sierra Maestra*, Santiago de Cuba, 6 de Octubre de 1982.
- 5 Soto H. (2000): *Biografía: Roberto Joaquín Soto del Rey*, Energía y Tu, No. 9 (enero-marzo), 33.
- 6 González del Valle, Agramonte R.: *José Agustín Caballero Philosophia Electiva*, Biblio. de Autores cubanos, Univ. de la Habana, pág. XLIII.
- 7 Periódico *Granma* 26 de Febrero de 1997.
- 8 Ed. Sickafus (1996): *The Industrial Physicist* (June).
- 9 Soto del Rey R., Aguilar Salcedo L. (1961): *Tensión superficial y soluciones líquidas*, Editora Universitaria, UO, pag. I.
- 10 Tratado sobre colaboración amistosa entre la UO de Santiago de Cuba y la Universidad Técnica de Dresden, Mayo de 1962.
- 11 Fernández Bertrán J. (1962, junio): *Informe sobre la visita a Institutos de Física Italianos*, Univ. de Ote..
- 12 Entrevistas a Dr. Miguel Matute Peña y Ramón Pómez.
- 13 Periódico *Sierra Maestra*, 3 de Julio de 1968.
- 14 Plan para la formación de físicos en la UO (Documento sin Fecha, la más probable es fines de 1967 inicios de 1968).
- 15 González J., Fuentes H. (1968): *Ponencia al Encuentro de Graduados*, Universidad de Oriente.
- 16 Informe sobre la evaluación de la Carrera de Ingeniería Física de la UO al Viceministro de Educación Superior del MINED (documento sin Fecha, fecha probable inicios de 1970).
- 17 Documento sin fecha y sin firma
- 18 *Y sin embargo...* *Ciencias*, Casa Editorial Abril, Habana, 1999: entrevista a María Margarita Cobas Arandas.
- 19 Registro de graduados, Secretaria General Universidad de Oriente.
- 20 *Estado Actual de la Ciencias Físicas en Cuba* (1976), Informe elaborado por Pérez Rojas H., Stolik Novigrod D., Fuentes Betancourt J., Rodríguez Castellanos C., D'Costa Méndez A., Alvarez Morales R., Lazo Orazábal B., García Tarajano E., González J., Ramos Vázquez M., Arias Fuentes O.; en *Las Ciencias Básicas: Examen Preliminar de su Situación Actual en Cuba y a Nivel Mundial*, Consejo Nacional de Ciencia y Técnica, Dirección De Ciencias Exactas y Naturales (Presidente Ing. José Altshuler).
- 21 Actividades docentes a desarrollar en este semestre por el Profesor R. Soto del Rey, Documento del Director del Departamento de Física del 9 de Noviembre de 1968.
- 22 Proyecto UCT *Laboratorio Métodos Físicos de Análisis*, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad de Oriente, Junio de 1983.
- 23 PNUD, Documento del Proyecto *Introducción de las Técnicas Nucleares a la Economía Nacional*, CUB/77/001/C/01/18, Enero de 1979.
- 24 Boletín *Mambisito*, Universidad de Oriente, No. 7 (1983)3.
- 25 Resultados de las Investigaciones, Universidad de Oriente, 1988, pag. 6 – 8.
- 26 *Idem*, pag. 14.
- 27 Cabal C., Grave de Peralta L., Méndez L. (1889): *Especialidad de Postgrado en Biofísica y Física Médica: una integración de las ciencias Físicas, Matemáticas, Químicas, Biológicas y Médicas*, Ponencia I, Congreso Iberoamericano sobre Biotecnología”, Habana.

*La enseñanza de la física en Cuba,
desde la Colonia hasta 1959*

José Altshuler

Sociedad Cubana de Historia de la Ciencia y la Tecnología (Cuba)

Angelo Baracca

Departamento de Física, Universidad de Florencia (Italia)

La historia de la ciencia ha experimentado un notable progreso en los últimos decenios, muy particularmente a partir de estudios realizados sobre lo ocurrido en los países más avanzados científicamente. De esta elección se han derivado contribuciones fundamentales para la comprensión de los mecanismos del desarrollo de la ciencia y de su interacción con el desarrollo social, económico, cultural y humano. El conjunto de dichas contribuciones abre el camino a otra temática, en cierto modo secundaria, pero que no carece de interés: el estudio del desarrollo de la ciencia en países subdesarrollados, o en todo caso retrasados con respecto a los países científicamente más avanzados. En este campo, pudiera decirse que cada país constituye un caso aparte, que ha sido objeto de estudio en uno u otro aspecto; se echa de ver, sin embargo, la escasez de historias completas del desarrollo de una disciplina científica en un determinado país.

Con este trabajo nos proponemos encaminar y llevar a un buen punto la primera etapa de un estudio completo de este tipo para un «estudio de caso», que será el del desarrollo de la física en Cuba, desde los comienzos a la actualidad. Si bien nuestra elección tuvo su origen en el interés del tema para la historiografía y la cultura nacionales del país, entendemos que puede tener un significado de mayor envergadura. Por un lado, la empresa se presenta más abordable en el caso de un país pequeño, de no muy larga historia, cuyo desarrollo científico se concentra esencialmente en los últimos dos siglos. Y por otra parte, Cuba representa hoy el caso muy especial de un país que a partir de un largo período de subdesarrollo científico, ha logrado crear en las últimas décadas un sistema científico nacional considerablemente avanzado y llevar varias especialidades a francos niveles internacionales, pese a lo limitado de sus recursos económicos y una complicada situación internacional.

El presente artículo tiene por objeto el estudio del primer siglo y medio, aproximadamente, de la enseñanza de la física en Cuba, que fue la primera manifestación de dicha disciplina en el país. Para suministrar el contexto adecuado, comenzaremos retrocediendo en el tiempo hasta las primeras manifestaciones de una sensibilidad científica moderna, antiescolástica y experimental bajo los tardíos pero estimulantes reflejos de la Ilustración europea y recorreremos, de forma puntual y razonablemente exhaustiva, toda la primera fase del desarrollo de la física académica en el país, primero durante la etapa de dominación colonial de éste y luego desde comienzos del siglo xx hasta el triunfo de la Revolución de 1959. El desarrollo subsiguiente de la física en Cuba hasta la actualidad, será objeto de un trabajo posterior.

Es nuestra esperanza que de esta manera queden razonablemente aclarados los aspectos fundamentales de nuestro tema, por mucho que la historia no se agote nunca y queden siempre detalles, figuras y acontecimientos por descubrir o susceptibles de análisis más completos.

1. Física experimental contra escolasticismo

El Siglo de las Luces fue también el siglo de la difusión generalizada de las ideas de la física científica y de la incorporación definitiva de éstas al acervo de la cultura occidental. A lo largo del siglo XVIII se consolidó el prestigio del punto de vista newtoniano al ser éste aplicado con éxito a la solución de buen número de problemas físicos, mientras que el experimento en sí se convirtió en objeto de verdadero culto, grávido de implicaciones filosóficas: «Tan sólo de los experimentos del abate Nollet aprendemos más que de todas las obras filosóficas de la Antigüedad», había escrito Voltaire con exageración manifiesta.

En particular, la aceptación o no del heliocentrismo, y más generalmente del punto de vista escolástico, puramente discursivo y hostil a la práctica de la observación y la experimentación, había de devenir reiterado motivo de trifulca ideológica entre los elementos más ilustrados y los más conservadores en el seno de la Iglesia Católica.

Las universidades de la América Española constituyeron un escenario preferente de aquella pugna. Así, por ejemplo, mientras en la Universidad Javeriana de Bogotá, regida por los jesuitas, ya se enseña el modelo copernicano en 1755, siguiendo un manuscrito titulado *Physica specialis et curiosa* [ARBOLEDA y SOTO, 1991, p. 13], no es sino hasta julio de 1797 cuando por primera vez se expone y defiende públicamente la doctrina de Copérnico en la Real y Pontificia Universidad de San Gerónimo de La Habana, que se encontraba, desde su inauguración en 1728, bajo la rectoría de los padres dominicos¹. Quien tal hizo fue el alumno Manuel Calvés, al realizar la defensa de dos tesis favorables a dicha doctrina, en opción al grado de Bachiller en Artes. Al año siguiente, el propio Calvés había de denunciar frontalmente «la universal ojeriza [... hacia] la doctrina experimental» que mostraba el Decano de Medicina de la propia casa de estudios [LÓPEZ, 1973, pp. 8-10].

Sin duda, fue tan negativa aquella antipatía como la decisión de Carlos III de 1767 – el año de la expulsión de los jesuitas – de ignorar la solicitud del rector dominico de la Universidad, fray Juan Chacón, de que se le permitiera crear una cátedra de «Philosophia Experimental para la formación de una Academia semejante a la de España», y de ordenarle, por el contrario, convertir una de las dos cátedras de matemática que existían en cátedra de materia propia de la Facultad de Leyes. Pasó más de un cuarto de siglo y tampoco prosperó la intención de otro rector modernizante, fray José Ignacio Calderón, de poner en vigor un plan de estudios que incluía «la Filosofía experimental, la Geometría y el Cálculo, con todo lo que diese orden a esta parte trascendental de las Matemáticas» [SIMPSON, 1984, pp. 43-45, 69-70]. Pese a todos los intentos de renovación que reclamaban los nuevos tiempos, la Universidad de La Habana había de mantenerse largamente como férreo bastión del más trasnochado escolasticismo, al igual que sucedió con otras universidades de Hispanoamérica regidas también por los dominicos.

Aquel obstáculo retrasó considerablemente la difusión de las ciencias físicas en Cuba con respecto a los avances en la enseñanza de las mismas registrados en algunas instituciones de Hispanoamérica de talante más ilustrado. En una de ellas – la Universidad bogotana de San

Nicolás de Bari, regida por los padres agustinos – se implanta en 1773 una reforma de los estudios, con la exigencia explícita de que

«[...] se destierre, del todo se quite de las escuelas aquella filosofía y teología peripatéticas llenas de cuestiones inútiles y cavilosas, que no sirven para otra cosa que para perder el tiempo inútilmente y que se enseñe una filosofía útil y provechosa, capaz de habilitar a los estudiantes para el estudio fructuoso de las demás facultades y hallar la verdad, que es el fin a que todos aspiran» [ARBOLEDA y SOTO, 1991, pp. 30-31].

Otro ejemplo que ilustra de modo muy concreto lo que decimos, es la publicación en México, en 1774, de un texto «para enseñar física moderna en la cátedra de filosofía del Colegio de San Francisco de Sales», escrito por Juan Benito Díaz de Gamarra [RAMOS, 1994, p. 35], cuando el primero de este tipo no había de ver la luz en Cuba sino cuatro décadas más tarde, como veremos después.

La introducción de la ciencia moderna contó en Cuba con el apoyo decidido de lo más granado de la sacarocracia criolla. Uno de sus más conspicuos representantes, el ilustrado propietario de numerosos esclavos y de una de las mayores fábricas de azúcar del país, Nicolás Calvo y O'Farrill, había reunido una colección de instrumentos y aparatos de física al estilo europeo de la época, de cuyo inventario tenemos noticia porque en el elogio fúnebre que en marzo de 1801 le dedicó el padre Caballero, éste afirma que Calvo andaba

«[...] rodeado de máquinas, de libros, de planos y de instrumentos. El clave, la cámara oscura, la máquina eléctrica, la máquina neumática, la piedra imán, las esferas celeste y terrestre, el barómetro, el termómetro, el areómetro, todo un aparato de Química, una colección de preciosidades de la Botánica y de la pintura, el prisma de Newton, el telescopio, un microscopio solar, y qué sé yo qué otros mil artificios propios de las ciencias exactas, eran las alhajas que adornaban su incesante aplicación» [CABALLERO, 1999, p. 301].

No se trataba de un caso de puro esnobismo ni mucho menos, pues semejante interés en la física experimental, y más generalmente en la ciencia, respondía claramente a una necesidad del desarrollo de las fuerzas productivas de la época en la Isla. Así lo indica el hecho de que el propio Nicolás Calvo había destacado tanto por su introducción de «varios perfeccionamientos mecánicos de su propia invención» en el ingenio modelo que se había hecho construir, como por haber abogado activamente, a fines del siglo xviii, en pro de la creación de una escuela de química y botánica, con vistas a incrementar la rentabilidad de la agroindustria azucarera del país [MORENO F., 1978, p.128; ELY, 2001, p. 95].

Nada más adecuado que otorgarle prioridad al desarrollo de la química y la botánica sobre la física, en calidad de apoyo a una economía de plantación como era la de la Cuba de aquel tiempo². En cambio, la explotación minera – particularmente la de la plata –, que era el interés económico primordial de la metrópoli en un país como el México de la segunda mitad del siglo xviii, requería urgentemente de un apoyo científico más completo para la formación de los profesionales del ramo. Así, en un documento que «a nombre de la minería de esta Nueva España» se hace llegar al Rey, en 1774, se propone al efecto la creación de un colegio donde, además de la química, la mineralogía y la metalurgia, ha de enseñarse una física experimental que incluya «la mecánica maquinaria, la hidrostática é hydraúlica, la aërometría y la pirotecnia». La institución de

excelencia reclamada – el Real Seminario de Minería – se inauguró el 2 de enero 1792, habilitada con un cuadro de profesores europeos [RAMOS, 1994, pp. 57-64,70].

2. El Papel Periódico y la Sociedad Patriótica por la ciencia moderna

Casi exactamente un año después de la inauguración en México del Seminario de Minería, se inauguró en Cuba, el 9 de enero de 1793, la Real Sociedad Económica de Amigos del País o Real Sociedad Patriótica en el palacio de gobierno de la Isla de Cuba. Su creación se había debido a «la acometividad de una veintena de cubanos ricos, de familias preclaras, de ilustración cultivada en el extranjero y en el contacto de extrañas civilizaciones; los cuales, impulsando las iniciativas de un gobernador ilustre – don Luis de las Casas – , recabaron la carta de fundación de la Sociedad Económica para fines idénticos a los de las que años antes se habían creado en la metrópoli³».

Las fuerzas que se agruparon en torno a la Sociedad Económica habían comenzado a manifestarse públicamente en el *Papel Periódico de La Habana*, fundado en 1790, donde, por cierto, no tardaron en aparecer las primeras noticias del extranjero sobre temas de carácter científico, en particular, temas de física experimental [DÍAZ, 1991, p. 64-71]. La divulgación de informaciones de este corte sin duda tuvo el efecto de poner de manifiesto ante las capas más ilustradas, el creciente retraso científico de la Isla; porque pasaban los años y nada se hacía para remediar la situación desde el punto de vista institucional. Como era de esperar, llegó un momento en que la situación se hizo verdaderamente intolerable, al extremo de que en los números de marzo y de mayo de 1798 del *Papel Periódico*, se publicó un artículo en el que se arremetía con fuerza inusitada contra la fosilizada escolástica imperante en la Universidad, que cerraba el paso a la enseñanza de la ciencia moderna. Su autor era el padre José Agustín Caballero, que, amparado en un seudónimo, escribió:

«Murió para siempre el horrisono escolasticismo en Europa [...] Desaparecieron con él las negras sombras que obscurecían los delicados entendimientos. Entró en su lugar la antorcha de la verdad: el experimento. Repitiéronse éstos. Concordáronse sus efectos. Formóse la experiencia, y de las sucias mantillas del ergotismo [o abuso de la argumentación silogística] salió sacudiéndose el polvo de los entes quiméricos, luminosa y brillante, la filosofía racional, la física experimental, la química metódica y todas las demás ciencias naturales. [...] Así es en toda la Europa sabia, y así debía ser en todo el mundo. Pero ¿es así en la Habana? [...] Yo no quiero pronunciar afirmativamente que no, porque hay algunos sujetos que superando preocupaciones inmensas han llegado a tocar por sí la luz de la verdadera filosofía. [...] Yo advierto progresos (y cualquiera los advertirá) en la música, en la pintura, en la escritura, en la poesía. Pero ¿dónde están las luces que se han debido introducir después que se desterraron esas mal decantadas tinieblas de Aristóteles? ¿Cuál es nuestra Química? ¿Cuál nuestra Física Experimental? ¿Cuáles son nuestras Matemáticas? ¿Cuáles son...? Quizá yo quiero demasiado. Pero ¿se me querrá quitar el anhelo de que se sepa lo que deseo?» [CABALLERO, 1999, pp. 164-165,173].

Por justificado que fuese el clamor de Caballero, todavía habían de transcurrir casi dos decenios antes de que se iniciara en el país la enseñanza sistemática de la física moderna – esto es, esencialmente experimental, tal como se entendía entonces – aunque hubo algún intento de adelantar su introducción. Muestra de esto último son dos anuncios publicados en agosto de 1804

en el *Papel Periódico*, donde el médico español residente en La Habana, Eugenio de la Plaza, ofrecía dar clases particulares de matemática y física; estas últimas

«[...] con todo el aparato de máquinas e instrumentos necesarios a la instrucción de los discípulos a quienes [explicaría] las materias en lengua española según el método del Colegio Imperial de Madrid» [PLAZA, 1804, p. 274].

No sabemos quiénes fueron los alumnos de Eugenio de la Plaza – si es que llegó a tener alguno – ni si contaba realmente con los medios materiales necesarios para apoyar con las correspondientes demostraciones experimentales los cursos anunciados. En cualquier caso, ya hemos visto que algunos de los principales aparatos de física de aquel tiempo eran conocidos de cierta elite del país. Se recordará, por cierto, que la pila de Volta – el dispositivo que abrió las puertas a la electrodinámica a partir de 1800 – no figuraba en la colección de Nicolás Calvo descrita por el padre Caballero, como es de suponer, dada la novedad de su invención en aquel entonces. Ignoramos cuándo llegó a Cuba la primera de ellas, pero es probable que trajera alguna en su equipaje un cierto Nicolás Niderburg, médico que decía ser discípulo de Galvani y Volta, puesto que en 1807 declaró haber efectuado en La Habana demostraciones de aplicación del «fluido galvánico» a personas aquejadas de diversas dolencias ⁴.

En cualquier caso, es de notar que mientras el conocimiento de los avances de la física moderna se difundía en la Isla gracias quizás a algún espectáculo de feria, las noticias y comentarios del *Papel Periódico* o a lo sumo la reducidísima tertulia de un prócer ilustrado, la enseñanza de la materia se había institucionalizado con bastante rigor en algunas regiones de Hispanoamérica de mayor importancia económica para la metrópoli. Así, a su llegada a Nueva España en 1803, Alejandro de Humboldt se encontró con que la Escuela de Minería contaba con un laboratorio químico, una colección geológica, «y un gabinete de física en el cual no sólo se [hallaban] preciosos instrumentos [europeos], sino también modelos ejecutados en la misma capital con la mayor exactitud, y de las mejores maderas del país». Humboldt, que ya había visitado la Isla en 1801, sin percibir nada digno de mención en lo que a ciencia se refiere, pudo ver algo radicalmente distinto en la Nueva España: «Ninguna ciudad del Nuevo Continente, sin exceptuar las de los Estados Unidos – escribió posteriormente – presenta establecimientos científicos tan grandes y sólidos como la capital de México» [RAMOS, 1994, pp. 59-64,70].

Por el contrario, a comienzos del siglo xix el panorama de la ciencia en Cuba no podía ser más desolador, excepción hecha, quizás, de los trabajos científicos del químico habanero José Estévez y Cantal, que había sido discípulo en Madrid del eminente químico francés Joseph Louis Proust [LEROY, 1954]. Por su claro interés para la economía y la práctica médica, la química pudo contar posteriormente con el decidido apoyo de la Sociedad Patriótica, pero una vinculación así había de ser mucho menos directa y evidente en el caso de la física. La introducción de esta disciplina en Cuba tuvo lugar por razones de carácter fundamentalmente ideológico, como parte de la lucha contra la escolástica que libraban los ilustrados de la Isla, liderados por el obispo de La Habana, Juan José Díaz de Espada y Fernández de Landa, que había tomado posesión de su diócesis a comienzos de 1802.

3. Los primeros cursos regulares de física, a la manera de Félix Varela (1814-1841)⁵

El obispo Espada utilizó el dominio que ejercía sobre el Real y Conciliar Colegio Seminario de San Carlos para promover desde allí la difusión de las nuevas ideas, que no hallaban cabida en la Universidad dominica. En particular, tomó en 1810 la decisión de «reunir en una sola dirección los estudios de Filosofía y provocar, en ellos, un cambio sustancial en los contenidos». En abril de 1811 nombró para hacerse cargo de la cátedra de Filosofía a Félix Varela y Morales, a la sazón un diácono criollo de 23 años a quien había de conferirle el presbiterado con dispensa de edad a fines de aquel año [TORRES, 1995, p.124-125]. El cuarto tomo de su obra *Instituciones de filosofía ecléctica para uso de la juventud*, publicado en 1814 es probablemente un compendio de los elementos de matemática y física que explicaba Varela a sus alumnos de filosofía en aquel tiempo, por lo que puede considerarse el primer texto de física escrito en Cuba ⁶.

3.1. Las Lecciones de filosofía

Hay, sin embargo, buenas razones para pensar que no fue hasta 1816 que las lecciones de física de Varela comenzaron a apoyarse en una sólida base experimental, como salta a la vista en los tomos 3 y 4, de sus *Lecciones de filosofía*, publicados en 1819 y 1820, respectivamente. Porque todo indica que no es hasta 1816 que la cátedra de filosofía del Colegio Seminario logra hacerse de un gabinete de física bastante bueno en algunas ramas importantes de la física⁷, el cual, según explica el propio Varela en 1822,

«[...] se debe a la generosidad del Sr. Obispo de aquella Diócesis [Espada], pero sólo se halla surtido en los ramos de neumática, electricidad, galvanismo y astronomía, bien que en este último le falta mucho de lo absolutamente necesario. Los instrumentos son todos los más modernos y de las mejores fábricas inglesas, pues la mayor parte son de la acreditada casa de *Adams*. Los de electricidad y galvanismo son idénticos a los que se representan en las láminas de mis lecciones de Filosofía [...] ⁸» [GONZÁLEZ DEL V., 1942, p. 201].

Según el autorizado testimonio expuesto en 1832 por José de la Luz y Caballero, que había sido discípulo de Varela y luego lo sustituyó en la cátedra, su antiguo maestro

«[...] fué el primero en este suelo que puso la clase de Filosofía del Colegio de S. Carlos, así en lo *espiritual* como en lo *corporal*, permítaseme la espresion, bajo el pie en que aun se conserva, y que ya desde entonces reclamaban los adelantamientos de las ciencias esperimentales» [LUZ, 1832, p. 97].

El profesor Manuel Gran, autor de un detallado estudio crítico del contenido de los tomos 3 y 4 de las *Lecciones de filosofía* de Varela, señala que para aquilatar el valor del trabajo de éste, «hay que darse cuenta de que cuando [...] escribió su *Física* llevaba unos pocos años de profesor, y de profesor de muchas cosas a la vez [...] en tanto que organizaba el laboratorio, preparaba a sus alumnos de modo paternal y, a la vez, estudiaba y escribía. Por lo que de él nos queda no parece haber penetrado en las nociones de matemáticas superiores, y vivía, además, en una época en que era muy difícil estar al día en los progresos de las ciencias» [GRAN, 1945]. Con todo, según el testimonio de sus antiguos discípulos, Varela «recibía los libros y periódicos que se publicaban en

Europa sobre ciencias físicas, y [...] se mantenía, y mantenía a sus alumnos, al corriente de los últimos descubrimientos y de las novedades más recientes»[RODRÍGUEZ, 1878, p. 37]. A propósito de estas consideraciones, conviene señalar que a lo largo de los textos que nos ocupan, se hace referencia a unas cincuenta obras (de Brisson, Biot, Chavaneau, Nollet, Haüy, Davy, Almeyda, Gamarra...), mientras que en las sucesivas ediciones de las *Lecciones*, impresas en 1824, 1828, 1832 y 1841, cada vez aparece actualizado el contenido del tercer tomo de la obra, donde se concentra todo lo relativo a la física.

A juzgar por el contenido de las *Lecciones*, el curso de física que se daba en el Seminario de San Carlos corresponde a lo que hoy llamaríamos «nivel de bachillerato», explicado con abundancia de manipulaciones experimentales. El texto publicado por Varela es claro y conciso, salpicado de opiniones y observaciones personales, que le confieren un sello muy sui generis. Una buena ilustración de esto último es el siguiente párrafo, tomado del tomo 4:

«El año pasado [1819] en medio de los mas copiosos aguaceros, á las siete de la mañana, y en la pieza destinada á la clase de filosofía de este seminario [de San Carlos] que por su situacion es bastante húmeda, sucedió repetidas veces que colgando del conductor de la máquina eléctrica una botella de Leyde, para que estuviera perfectamente aislada, sin embargo á pocas vueltas de la máquina se cargaba en términos de dar un fuerte estallido con una gran chispa luego de que se le aplicaba el escitador. Este esperimento no salia tan exacto cuando la atmosfera estaba mas despejada, pero yo debo confesar que nunca he conseguido que una botella aislada, absolutamente deje de cargarse, é infiero que nuestra atmósfera nunca es capaz de aislar como la de otros parages frios, por cuya razon las máquinas eléctricas en este pais no dan los mismos efectos que en Europa» [VARELA, 1820, p. 307].

Varela se mantiene en el Seminario de San Carlos explicando física (y dando lecciones de Constitución, a partir de 1820) hasta que, elegido diputado por Cuba a las Cortes españolas, parte para España en abril de 1821. La enseñanza de la Filosofía queda a cargo de su antiguo alumno, José Antonio Saco, quien andando el tiempo habrá de brillar con luz propia en la vida pública e intelectual, pero cuyo dominio de la materia es bastante inferior al de su maestro. Saco publica en 1823 un opúsculo titulado *Explicación de algunos tratados de física*, donde se ocupa del tema «sin romper las barreras que aíslan a la física de otras ciencias y particularmente de la química», a la vez que declara paladinamente:

«Yo no escribo para los que tienen vastos conocimientos sobre estas materias, escribo tan sólo para aquellos que deseando adquirir algunas ideas y careciendo de autores que los enseñen, vienen a buscar en mí un compendio de lo que han dicho» [SACO, 1823].

En efecto, el texto de referencia tiene un carácter eminentemente cualitativo y descriptivo. Expone, en forma muy elemental, algunas características de los gases (sobre todo, químicas) y propiedades del agua, así como nociones mínimas de cosmografía, cronología, geografía, meteorología y geometría.

En 1824 Saco renuncia a su profesorado en el Colegio Seminario para realizar un viaje al extranjero en el que ha de ponerse en contacto con su antiguo maestro. Varela, en efecto, reside desde fines de 1823 en los Estados Unidos, donde se ha radicado para escapar de la condena a muerte impuesta por Fernando VII a los diputados a Cortes que, como él, se opusieron en España

al retorno del régimen absolutista. Al ausentarse Saco del país, el obispo Espada nombra en su lugar, para hacerse cargo de las clases de filosofía y física en el Seminario, a José de la Luz y Caballero, otro antiguo discípulo de Varela. Luz cumple su cometido hasta que en 1826 renuncia al cargo por motivos de salud.

3.2. *El atraso de la Universidad. Propuesta de Reforma de Arango*

En aquel entonces, el Colegio Seminario de San Carlos gozaba de un sólido prestigio como el mejor centro docente del país, en contraste con la situación prevaleciente en la Universidad de La Habana.

La opinión pública ha hecho justicia al régimen del colegio seminario – declaraba su director, Justo Vélez, en 1826 – , pues mientras que la Universidad está casi desierta (excepto en las clases de medicina [la única materia enseñada en la Universidad que el Colegio no duplicaba]), el Colegio cuenta por término medio con quinientos alumnos externos en las Cátedras de Gramática, Filosofía, Matemáticas y Jurisprudencia [SIMPSON, 1976].

Aparte de lo atrasado del sistema de enseñanza de la Universidad de San Gerónimo, la entronización en ella de prácticas corruptas había contribuido considerablemente a erosionar su prestigio ante la opinión pública. El solo hecho de que tanto el rector como el secretario de la Universidad derivaban un beneficio económico de cada grado conferido, contribuía al fomento de la corrupción en dicho centro docente, al extremo de que éste había llegado a otorgar «un asombroso número de grados mayores [...] del modo más informal, asqueroso e indecente», según expresó literalmente en carta a Francisco de Arango y Parreño un distinguido catedrático universitario [SIMPSON, 1976].

Arango se había reunido con el claustro de la Universidad en octubre de 1826 con miras a obtener de éste opiniones y sugerencias para una reforma de los estudios superiores. Esta tarea le había sido encomendada por la Metrópoli el año anterior, en el espíritu de la reforma de la enseñanza en las universidades de España, que según su intención original, debía garantizar «una educación e instrucción sólidamente monárquicas y cristianas» con el propósito de «formar nuevos hombres y nuevas costumbres, y cerrar de una vez para siempre el abismo de todas las revoluciones», aunque – y esto era lo verdaderamente atractivo para Arango – «sin desatender [...] los verdaderos progresos de las ciencias útiles».

El diálogo con la Universidad resultó estéril, pero en cambio fue fructífero el intercambio de opiniones que, entre 1826 y 1828, mantuvieron Arango y el obispo Espada, quien, al igual que Varela, entendía que para que fuera posible una reforma sustancial de los estudios en la Universidad, ésta debía liberarse de la tutela de los dominicos e incorporarse al Colegio Seminario de San Carlos. «Queda suprimida la Universidad titulada *San Jerónimo* y en su lugar se establecerá otra», decía el artículo 1 del título 1 de la versión final del proyecto de plan de estudios elaborado por Arango y Parreño, el cual especificaba que, entre otras materias, habían de enseñarse «Física Experimental, Química, Elementos de Historia Natural, Principios de Matemáticas, de Náutica, de Agrimensura y Geometría aplicada a las Artes». Pero el proyecto no prosperó en fin de cuentas, pues quedó engavetado en España, a donde había llegado probablemente en septiembre de 1828 [SIMPSON, 1976].

3.3. Luz y Caballero y el gabinete de física de San Carlos

Mientras tanto, Luz y Caballero se había recuperado sensiblemente de sus dolencias, y en marzo de aquel año embarcó en compañía de José Antonio Saco hacia los Estados Unidos, donde ambos habían de mantener una estrecha vinculación con su antiguo maestro. Un año más tarde, Luz viajó a Europa, donde visitó a numerosas personalidades de la cultura y de la ciencia, entre ellas los eminentes físicos y químicos Gay Lussac, Thénard, Dumas y el célebre geógrafo y naturalista Alexander von Humboldt, que había visitado a Cuba años atrás. Humboldt le propuso establecer en La Habana «un servicio regular de observaciones magnéticas horarias», proyecto que Luz había de promover a su regreso a Cuba, pero que en fin de cuentas no pudo realizarse por falta de apoyo oficial [CHÁVEZ, 1992].

A fines de 1830, mientras se encontraba en Venecia, Luz recibió de Justo Vélez, entonces director del Colegio Seminario de San Carlos, el encargo de comprar equipo para enriquecer el gabinete de física, química y astronomía de la institución, tarea que realizó el viajero con racionalidad y eficacia y que complementó en mayo de 1832 con una extensa carta explicativa dirigida a Vélez, que éste consideró «tan llena de ideas exactas y datos luminosos» que la envió a la *Revista Bimestre Cubana*, órgano de la Sociedad Patriótica, con el ruego de que se publicase. En este documento se enumeraban los instrumentos y aparatos con que contaba el Colegio en 1832 para la enseñanza de la física y la química, y se señalaban entre ellos los heredados de la época de Varela. Luz distinguía los «instrumentos de investigación» de los «instrumentos de pura demostración, ó destinados á la enseñanza», a la vez que aclaraba que no siempre compró lo mejor ofrecido en el mercado europeo, pues entendía que «no siempre lo mejor es lo mejor para el caso». Y añadía:

«Consiguientemente al principio de economía, que he llevado por delante hasta donde es posible sin detrimento de la enseñanza, he procurado modificar varios aparatos, mandando construir muchos de ellos, no conforme estan descritos en los tratados, sino con algunas alteraciones, que propenden á simplificar y aun aprovechar los aparatos para armar otros análogos en ellos mismos; y alguna que otra vez á facilitar la demostracion. De lo primero ofreceria abundantes ejemplos todo el instrumental de mecánica hidrostática &c., que omito para evitar prolijidad; y de lo segundo presentará una pequeña muestra la adición de un vidrio opaco al aparato de *polarizacion* de la luz de Biot, á fin de que no se vea cada estudiante obligado, como sucede en el instrumento ordinario, á aplicar uno á uno la vista, sino que todos á un tiempo puedan observar, como en una cámara obscura, los fenómenos de *doble refraccion*, y todos los demas [...] [D]e esta manera, acostumbrando al alumno á ahorrar dinero y aparatos, se le habitúa a que se ingenie á hacer mucho con pocos recursos [...]» [LUZ, 1832].

Como declaró Justo Vélez en mayo de 1832, el Colegio Seminario de San Carlos contaba ya entonces con «una colección tan numerosa y brillante [de instrumentos y equipos] tan á poca costa», que poseía «todo lo necesario para la enseñanza de las ciencias naturales», gracias a la ilustrada colaboración de Luz [VÉLEZ, 1832]. Por entonces, la enseñanza de la física en el Colegio se hallaba a cargo de Francisco Ruiz, que contaba con el asesoramiento directo del propio Varela por vía epistolar [TORRES, 1995, pp. 352, 359].

Con todo, la ideología varelista, que habían adoptado los «jóvenes ilustrados» o «jóvenes liberales» encabezados por Luz y Caballero – y que, por supuesto, trascendía la enseñanza de la física –, encontró una fuerte oposición en los defensores del statu quo. El propio Justo Vélez, aunque por distintas razones, intentó desechar el texto de Varela y sustituirlo por otro de un autor de la «escuela escocesa» [TORRES, 1995, p. 352], contra la opinión de Luz, que éste expresó en los siguientes términos a fines de 1833:

«La física puede enseñarse con ventaja por los tomos 2do. y 3ro. de las lecciones de Filosofía del señor Varela, con sólo agregarle un tratado de astronomía física [...] Son varios los datos que recomiendan la obra del señor Varela para la enseñanza. Es breve, está al nivel de los últimos descubrimientos, redactada bajo un excelente plan; y en cuanto a su estilo, baste decir que [...] ningún escritor ha dado entre nosotros mejores muestras de lo que debe ser un lenguaje verdaderamente didáctico» [DÍAZ, 1991].

El hecho de que en 1832 viera la luz la cuarta edición de las *Lecciones de filosofía* de Varela, y nueve años después, la quinta y última, es una clara indicación de que dicho texto continuó utilizándose ampliamente en el país por largo tiempo.

3.4. En busca de alternativas a la crisis de la Universidad

Con la relegación en España del plan de reforma de los estudios de Arango y Parreño y el fallecimiento del obispo Espada en agosto de 1832, se detuvieron los intentos de reforma de la enseñanza universitaria en Cuba. Por otra parte, se hacía cada vez más evidente la necesidad de preparar en la Isla no sólo futuros médicos, maestros y eclesiásticos sino personal técnico en diversos ramos, esto es, de crear alguna forma de lo que hoy llamaríamos un «instituto politécnico» de carácter público.

Ya a fines de 1826, el comandante de la Marina, Ángel Laborde, había propuesto trasladar a la capital la Escuela Náutica que desde 1812 funcionaba en el pueblo de Regla, al otro lado de la bahía habanera, para crear a partir de dicha Escuela una institución donde se enseñaran materias «útiles» tales como pilotaje, mecánica, arquitectura civil e idiomas. A fines de 1832, la Real Junta de Fomento de Agricultura y Comercio de la Isla decidió apoyar la idea y encargó la redacción de un informe al respecto a una comisión, donde José de la Luz y Caballero había de llevar la voz cantante.

Inspirado en el Instituto Asturiano creado por Jovellanos en España, así como en la información que había obtenido durante su anterior viaje a Europa, sobre todo en Alemania, Luz presentó a la Junta, en diciembre de 1833, un informe sobre la creación de un Instituto Cubano «esencialmente práctico y experimental [...] a la manera [del] establecimiento de Gijón, destinado para beneficio de todos los astures, como lo será el de la Habana para todos los hijos de Cuba». Evidentemente, este proyecto competía en lo fundamental con el de reforma universitaria propuesta por Arango y Parreño, lo cual dio lugar a algunos roces entre éste y Luz y Caballero, pero al fin y al cabo tanto un proyecto como el otro se frustraron, y sólo sobrevivió la ansiada, aunque tardía, creación de una cátedra y laboratorio de Química, que se inauguró a mediados de 1837 con el notable químico español José Luis Casaseca como catedrático [SIMPSON, 1976].

Al igual que en el Colegio Seminario de San Carlos, en la Universidad de San Gerónimo la enseñanza de la física (entremezclada con la de la química) formaba parte de las lecciones de filosofía que se impartían durante tres años a los aspirantes a obtener el título de Bachiller en Artes. Pero mientras en San Carlos la materia se explicaba «a la moderna», en idioma español y con énfasis en los resultados experimentales – especialmente a partir de 1816, con auxilio del gabinete de física creado ese año –, en San Gerónimo la materia se explicaba y discutía en latín a la manera escolástica, de forma abstracta y especulativa, con predominio de temáticas de corte aristotélico-tomista, si bien a veces llegaron a abrirse paso algunas ideas físicas «modernas», como indican las siguientes proposiciones defendidas por graduandos universitarios, tomadas a modo de ejemplo de lo dicho [LEROY, 1976]:

«El horror al vacío como atributo de la naturaleza debe rechazarse plenamente, por eso conviene echarlo entre las fábulas de los cartesianos». [Año 1815]

«La astronomía declara que la luz del Sol y la de los planetas es la misma, y las experiencias de Fraunhofer lo confirman plenamente». [Año 1829]

«El agua se descompone por la electricidad galvánica». [Año 1840]

Con todo, la enseñanza de la física en la Universidad era extremadamente deficiente y atrasada, en comparación con la que se impartía en el Colegio de San Carlos y en algunos colegios privados que preparaban estudiantes para examinar el Bachillerato en Artes (o en Filosofía) en la Universidad⁹. Contribuía de manera importante a eternizar tal situación, el hecho de que en San Gerónimo estaba establecido que explicara la materia no un profesor fijo, sino un *lector* religioso distinto cada año, que además debía compartir esta tarea con la enseñanza de las otras materias propias del Bachillerato en Artes [LEROY, 1976].

El atraso y deterioro general de la enseñanza en la Universidad se hacía más notorio con el paso del tiempo. A mediados de la década de 1830, un conjunto de doctores que profesaban allí – entre ellos, el insigne Tomás Romay – se dirigieron al Gobernador de la Isla, Miguel Tacón, para pedirle sin tapujos que, con el fin de adecentarla, sacara la Universidad del convento de los dominicos y la librería de su control. Si se toma en cuenta que por entonces se iniciaba en España la gran etapa desamortizadora de Mendizábal, se comprende que esta proposición no tenía nada de desorbitada. Por otra parte, continuaban sucediéndose los informes que denunciaban el atraso y la corrupción de la Universidad y reclamaban rápida acción al respecto de las autoridades coloniales, por lo que finalmente, en agosto de 1840, el gobernador Téllez Girón, designó una Comisión para que estudiara el asunto e hiciera las recomendaciones pertinentes. En junio del siguiente año, la comisión presentó al nuevo gobernador, Gerónimo Valdés, el resultado de su labor, que incluía la proposición de un nuevo plan de estudios y un nuevo reglamento para la Universidad. Mientras esto ocurría en Cuba, una comisión especialmente creada por la Dirección General de Estudios de Madrid terminaba de redactar su informe sobre el estado de la instrucción pública en las colonias españolas, que fue entregado al Ministerio de Ultramar el 31 de julio de 1840 para su ejecución. Según se declara en el informe, de los datos que la comisión tenía a la vista (muchos de ellos procedentes de la Isla)

«[...] aparece totalmente confirmada una verdad que a la Dirección General era ya conocida; y es que no admite demora la reforma de la enseñanza en la Isla de Cuba [siendo urgente] la emancipación de la Universidad de la dependencia de los Padres Dominicos [...] La Universidad no puede menos de experimentar una completa reforma: su dirección, sus enseñanzas, todo exige modificaciones y ni uno ni otro admiten ya más demora» [SIMPSON, 1984, pp. 164-165].

La monarquía española no podía sino ver con buenos ojos la implantación de una reforma universitaria como la propuesta, no tanto por el progreso que significaba en lo académico, como por el hecho de que ponía en sus manos el control absoluto de la instrucción pública en sus colonias, y esto le daba la oportunidad de atajar el desarrollo de la conciencia nacional y anticolonialista que venía produciéndose en los centros de enseñanza ultramarinos. Todo ello, supuestamente, sin recurrir a nuevas erogaciones, puesto que se había previsto que cualesquiera gastos adicionales derivados de la implantación de la reforma habían de sufragarse mediante aumentos en el costo de la matrícula y otros recargos.

4. La Universidad colonial secularizada toma el relevo (1842-1898)

El 29 de diciembre de 1841 la monarquía española dictó una Real Orden que estableció las nuevas bases por las que en lo adelante habían de regirse en Cuba la instrucción pública en general y la enseñanza universitaria en particular. La Real Orden incluía una disposición que, lamentablemente, no se cumplió: el establecimiento en La Habana de un Instituto como el que había promovido anteriormente Luz y Caballero, donde se enseñaran «matemáticas, lenguas vivas, física, elementos de química y otros principios útiles para la industria, agricultura y comercio». Apenas llegada a Cuba aquella Real Orden, en febrero de 1842, se creó una Junta General de Inspección de estudios, que se encargó de precisar los detalles de la aplicación de la reforma. El 24 de abril de 1842 la Junta entregó sus propuestas con relación a las enseñanzas secundaria y universitaria, que fueron puestas en vigor, casi sin modificaciones, por una Real Orden de 24 de agosto del propio año. [SIMPSON, 1984, pp. 170-171]. El 31 de octubre, por orden del gobernador Gerónimo Valdés, los dominicos abandonaron el edificio de su convento de Santo Domingo o de San Juan de Letrán, situado inmediatamente detrás del Palacio de Gobierno y pasaron a establecerse en la villa de Guanabacoa. Dos días después le hacían entrega formal del antiguo edificio al bedel mayor de la Universidad de San Gerónimo, y el 19 de noviembre se inauguraba el primer curso de la Universidad secularizada [ARMAS et al, 1984, pp. 119-120].

Al secularizarse la Universidad de La Habana en 1842 se suprimió en ella la enseñanza de la teología y se crearon las Facultades de Jurisprudencia, de Farmacia y de Medicina y Cirugía, destinadas, respectivamente, a formar abogados, farmacéuticos y médicos, en los grados de Bachiller, Licenciado y Doctor. Los alumnos de nuevo ingreso a la Universidad no podían entrar directamente a aquellas «Facultades Mayores», pues debían aprobar previamente cuatro años de estudios en la Facultad de Filosofía – considerada una «Facultad Menor» – para obtener el grado de Bachiller en Artes o de Bachiller en Ciencias. Poseer este último título era requisito imprescindible para comenzar estudios en la Facultad de Medicina y Cirugía o la de Farmacia.

Los estudios propios de la Facultad de Filosofía tenían un carácter enciclopédico, pero de nivel intermedio entre el correspondiente a la enseñanza primaria y el que se consideraba propiamente profesional. No se incluían cursos adicionales de física ni en las Facultades Mayores ni en los ejercicios y estudios que debían realizar en la Facultad de Filosofía los aspirantes a obtener el grado de Licenciado en Ciencias.

El primer profesor nombrado para hacerse cargo de la enseñanza de la física en la Universidad secularizada fue Pedro Alejandro Auber (1786-1843), un botánico de origen francés nacionalizado español, que era a la sazón director del Jardín Botánico de la Habana y había realizado estudios de física experimental cuando era alumno de medicina en Madrid [PUIG-SAMPER y VALERO, 2000, p. 169]. Dado el atraso científico del país en aquel tiempo, es probable que su nombramiento como profesor de física fuese acertado, pero no hubo oportunidad de comprobarlo, puesto que falleció unas cinco semanas después de inaugurado el curso, que debió terminar el abogado canario Domingo León, catedrático supernumerario de la Facultad de Filosofía.

4.1. *El primer gabinete de física de la Universidad*

Por designación del gobernador Gerónimo Valdés, en septiembre de 1843 se encargó de la cátedra de Física el asturiano Feliciano Carreño (1810-1847), también catedrático supernumerario de la Facultad de Filosofía. Durante los tres años y medio que tuvo a su cargo los estudios de física en la Universidad, publicó por primera vez un programa de la asignatura y promovió la compra de algunos instrumentos y equipos para surtir el gabinete de física de la Universidad. Según la Memoria de 1869-1870,

«El Gabinete de Física no comenzó a formarse hasta el 27 de noviembre de 1843 en que a instancia del Sr. D. Feliciano Carreño, catedrático que era de la asignatura en aquella época, se procedió a la compra de algunos aparatos por valor de 600 pesos, que han ido aumentándose sucesivamente en cuanto lo ha permitido la dotación que le está asignada» [UNIVERSIDAD, 1870, p. 22].

Al fallecimiento de Carreño, en marzo de 1847, lo sustituyó el abogado habanero, Doctor en Filosofía y catedrático supernumerario por oposición de la Facultad de Filosofía, José Zacarías González del Valle (1820-1851), que en 1849 publicó unas *Lecciones elementales de meteorología* para uso de sus alumnos de física. Gravemente enfermo desde comienzos de 1851, otro habanero, el Bachiller en Filosofía y Doctor en Medicina y Cirugía Ramón Zambrana (1817-1866), lo sustituyó interinamente en la cátedra hasta fines de 1851 [LEROY, 1979].

Es interesante el hecho de que en 1850 se había publicado en La Habana – con muy buena calidad, por cierto – la traducción del francés al español del *Curso de física experimental* de F. Marcet, obra accesible a «principiantes y lectores de todas clases», que seguía los cursos explicados por el autor en la Escuela Industrial de Ginebra. El propio traductor, José Manuel Mestre, advertía en las páginas iniciales que había acometido la traducción «a instancias y con el asesoramiento del catedrático de física de la Real Universidad» González del Valle. Esta versión en español tenía sobre el texto de Varela el atractivo de que trataba con bastante amplitud las máquinas de vapor y sus aplicaciones, aunque su tratamiento del electromagnetismo y la óptica era más limitado [MARCET, 1850].

De todo lo anterior se desprende que si bien los diez primeros años de la presencia de física «moderna» en la Universidad de La Habana se caracterizaron por la inestabilidad del profesorado encargado de su enseñanza, durante el mismo período comenzó a formarse un gabinete de física y se publicaron el primer programa de la materia y algún material didáctico complementario. Puesto que en 1841 apareció la quinta y última edición de las *Lecciones de filosofía* de Félix Varela, es de suponer que el tercer tomo de esta obra – dedicado a la física y a la química, y notable por su excelencia pedagógica – haya influido sustancialmente en la tónica de los cursos explicados en la Universidad durante el período mencionado, al menos hasta la aparición de la versión castellana de la obra de Marcat.

Las lecciones de física impartidas en la Universidad de La Habana habían de estabilizarse en un nivel de enseñanza media durante las siguientes cuatro décadas, al hacerse cargo de ella el habanero Antonio Caro y Cerecio (1826-1891) a fines de 1851¹⁰ y tomarse algunas modestas medidas tales como el mayor espacio que se le dio al gabinete de física al asignarle un local independiente de la cátedra y dotarlo – según explicaba el rector Antonio Zambrana en 1861 – de

«[...] un considerable surtido de máquinas y de instrumentos, que si no forman un cumplido gabinete, llenan las más precisas necesidades de la enseñanza [a la vez que] se han reparado [...] las paredes y el piso hasta el punto de haberse extinguido la humedad, que tanto perjudica el buen éxito de los experimentos y la mejor conservación de los aparatos» [ZAMBRANA, 1861, p. 10].

Como veremos en lo que sigue, si bien hubo varios intentos de darle un vuelo más elevado a la enseñanza de la materia con la introducción de cursos de mayor nivel, los resultados dejaron bastante que desear.

4.2. *El plan de estudios de 1863. Creación de los Institutos de Segunda Enseñanza*

Por Real Decreto de Isabel II, de 15 de julio de 1863, la metrópoli puso en vigor un Plan de Instrucción Pública destinado exclusivamente a Cuba, un plan que había sido propuesto originalmente por el antiguo gobernador de la Isla, José Gutiérrez de la Concha. Con miras a su implantación efectiva, el 28 de septiembre, el gobernador Domingo Dulce dictó un decreto por el cual se eliminaba la antigua Facultad de Filosofía y los estudios más elementales hasta entonces cursados en ella quedaban a cargo de una nueva institución: los Institutos de Segunda Enseñanza, que debían otorgar el grado de Bachiller en Artes a sus egresados y se establecieron inicialmente en las cuatro ciudades más populosas de la Isla (La Habana, Santiago de Cuba, Matanzas y Puerto Príncipe). El lugar de la antigua Facultad de Filosofía pasaron a ocuparlo dos Facultades de nueva creación, la de Filosofía y Letras y la de Ciencias. Esta última comprendía las Secciones de Ciencias Exactas, Ciencias Físicas y Ciencias Naturales, la cátedra de Zoología, Botánica y Mineralogía (con su museo de historia natural), la cátedra de Química General (con su laboratorio) y la cátedra de Física Experimental (con su gabinete), también llamada de Ampliación de la Física con sus prácticas.

A propósito, conviene llamar la atención sobre el hecho de que el gabinete de física con que se contaba entonces dejaba bastante que desear, como lo indica el hecho de que en la Memoria de la Universidad del año 1865, se declara que aquél «no corresponde seguramente a la enseñanza que

reclama el Plan vigente de Estudios» [UNIVERSIDAD, 1865, p. 7]. En Memorias posteriores se enumeran como parte de la colección de objetos pertenecientes al gabinete de física, unos 120 aparatos de mecánica, termología, óptica y electricidad, de algunos de los cuales se dice que se encuentran en mal estado o que no se utilizan.

Mientras esto sucedía en la Universidad de La Habana, en 1864 se creaba en el Instituto de Segunda Enseñanza de La Habana, por iniciativa de su primer director, Antonio Bachiller y Morales, un gabinete de física, «a fin de que la enseñanza de la Física tuviera una base experimental». Según un raro folleto de comienzos del siglo xx que hasta hace poco se conservaba en el gabinete de física del Instituto, todavía en funcionamiento, «[a] fuerza de grandes empeños [Bachiller y Morales] consiguió dotarlo de 154 aparatos, que no tardaron en hacerse inservibles por falta de cuidado»¹¹.

Los egresados de la enseñanza secundaria no podían hacerlo directamente a las Facultades de Medicina o de Farmacia, sino que debían aprobar un año de Estudios Preliminares para obtener el grado de Bachiller en Ciencias (el único que se daba en Ciencias). Estos estudios incluían la enseñanza de la física, que impartía Antonio Caro utilizando como libro de texto la traducción al castellano (disponible desde 1853) del *Traité elementaire de physique expérimentale et appliquée et de météorologie* de Adolphe Ganot, una obra de contenido eminentemente descriptivo¹².

4.3. Las restricciones académicas de 1871-1878

El estallido de la primera guerra por la independencia de Cuba, el 10 de octubre de 1868, había de repercutir sobre la vida académica del país, al convertirse la Universidad en foco de conspiración anticolonialista. Con la pretensión explícita de controlar al profesorado de modo que «no [inculcase] en la juventud perniciosas doctrinas, ni [convirtiese] a la Ciencia en tribuna revolucionaria», el 10 de octubre de 1871, el gobernador de infausta memoria Blas Villate, conde de Valmaseda, decretó una «reforma» draconiana que reducía la Universidad a su mínima expresión¹³. El decreto suprimía los estudios de Doctorado de las Facultades de Derecho, Medicina y Farmacia de la Universidad de La Habana, que en lo adelante debían cursarse en España, al igual que los estudios de licenciatura y doctorado de las Facultades de Ciencias y Filosofía y Letras. Sin embargo, la nueva situación permitía que continuaran dándose como de costumbre las clases de Ampliación de Física, puesto que formaban parte del plan de estudios del período de estudios preliminares [LEROY, 1963, pp.8-10].

Al darse oficialmente por terminadas en 1878, al cabo de diez años de lucha, las hostilidades de la primera guerra cubana por la independencia, el gobernador y capitán general Arsenio Martínez Campos decidió, por decreto del 10 de septiembre de aquel año (sancionado al año siguiente por una real orden) restablecer a partir del curso escolar 1878-1879 los estudios de Doctorado suprimidos por Valmaseda, señalando que así se hacía

«[...] en bien de la juventud estudiosa y en obsequio a la Universidad, que desde su creación estuvo en posesión del derecho de conferir el grado de Doctor, hasta el 10 de octubre de 1871 en que perdió esta facultad que constituía uno de sus timbres más estimados» [LEROY, 1963].

Pero esta restauración de los estudios de doctorado no se aplicaba a los cursados en las Facultades de Ciencias y Filosofía y Letras, que sólo podían culminar en el grado de Bachiller, suficiente,

según el decreto de Martínez Campos, para «proveer al país de profesores idóneos para la Segunda enseñanza». Para alcanzar el grado de Bachiller en Ciencias se requería aprobar el siguiente plan de estudios:

Primer año: 1. Complementos de Álgebra, Geometría y Trigonometría (lección diaria); 2. Física (lección diaria); 3. Geografía (lección alterna).

Segundo año: 1. Geometría Analítica de Dos y Tres dimensiones (lección alterna); 2. Química General (lección diaria).

Tercer año: 1. Zoología y Mineralogía (lección diaria); 2. Botánica con Nociones de Geología (lección diaria).

(Nótese que la asignatura que en este repertorio se denomina Física, no era otra que la Ampliación de la Física Experimental que venía explicando Antonio Caro.)

El ingreso a la Facultad de Ciencias, requería del aspirante que poseyera el título de Bachiller en Artes expedido por un Instituto de Segunda Enseñanza y tener conocimientos de Dibujo Lineal y Arquitectónico [LEROY, 1963].

4.4. *El plan de estudios de 1880*

Con todo, no tardó en hacerse evidente que la organización de la enseñanza del país, tanto secundaria como universitaria, continuaba padeciendo de males que era necesario rectificar. Para remediar la situación, se dictó el Real Decreto de 18 de junio de 1880, que equiparó dichas enseñanzas al correspondiente orden y régimen establecidos en España. A tenor de dicho decreto se reorganizó la enseñanza de modo que, entre otras cosas, se autorizaba el establecimiento de Institutos de Segunda Enseñanza en las dos capitales de provincia de la Isla donde faltaban, se creaba la plaza de Profesor Auxiliar, se suprimía el grado de Bachiller en Facultad y se recuperaba el grado de Licenciado para los estudios realizados en todas las Facultades universitarias, incluidas la de Ciencias y la de Filosofía y Letras. El plan de estudios de 1880 fue el cuarto y último que rigió oficialmente en la Universidad durante la época colonial.

El 26 de septiembre de 1880, el gobernador y capitán general, Ramón Blanco, dictó unas disposiciones que reglamentaban provisionalmente la aplicación del Real Decreto a los distintos niveles de enseñanza, e implantaban sendos planes de estudios para la Segunda Enseñanza y la Enseñanza Superior en Cuba. En particular, los aspirantes al grado de Licenciado en Ciencias Físico-Matemáticas debían tomar obligatoriamente, a partir del curso 1880-1881, una asignatura denominada Teoría de los Fluidos Imponderables (calórico, lumínico, eléctrico y magnético). Para impartirla, se nombró a Manuel Cañizares y Venegas (1833-?), Licenciado en Filosofía (Sección de Ciencias Físico-Matemáticas) y Doctor en Medicina y Cirugía, nacido en Sancti Spíritus¹⁴. Pero esta asignatura nunca se dio como tal, puesto que poco después fue suprimida del plan de estudios y sustituida por otra denominada Física Superior, como había ocurrido en la metrópoli en agosto de 1880¹⁵. En julio de 1881 Cañizares fue nombrado catedrático en propiedad para impartir las asignaturas de Física Superior primero y segundo cursos y Ejercicios Prácticos de Física. La nueva asignatura no era más que una expansión del curso de Ampliación

de la Física Experimental, que en la metrópoli se inspiraba en los textos de física de Ganot y Jamin, a los que luego se añadió el del autor español Eduardo Lozano, cuya primera edición se publicó en 1890 [LEROY, 1963, 1979; MORENO G., 1988, pp. 391-292].

Por una Real Orden fechada el 7 de diciembre de 1880 quedó oficializado y precisado lo establecido el 26 de septiembre anterior por el capitán general Blanco, y se sustituyeron las tres antiguas Secciones de la Facultad de Ciencias (ciencias exactas, físicas y naturales) por las Secciones de Físico-Matemáticas, Físico-Químicas y Naturales.

A partir del curso 1881-1882 los estudiantes de Licenciatura en Ciencias Físico-Matemáticas, una vez alcanzado el grado de Bachiller en Ciencias, debían tomar los siguientes cursos:

Cálculo Diferencial e Integral, Geometría Descriptiva, Mecánica Racional, Geodesia, Prácticas de Ampliación de Física, Física Superior (1ro y 2do cursos), Prácticas de Física Superior (1ro y 2do cursos), Física Superior y sus prácticas [UNIVERSIDAD, 1882].

Aunque la Real Orden de 23 de agosto de 1883 restituyó el grado de Doctor en todas las Facultades de la Universidad de La Habana e incluyó una asignatura denominada Física Matemática en los estudios de Doctorado en Ciencias Físico-Matemáticas (como en la metrópoli, a partir de 1880), esto último no contribuyó a elevar el nivel de la enseñanza universitaria de las ciencias físicas porque nada indica que dicha asignatura se haya explicado efectivamente como tal alguna vez, si bien le fue incorporada en 1892 a la cátedra de Cañizares [LEROY, 1979]. Por lo visto, para obtener el grado de Doctor lo esencial era aprobar el examen de grado, que de acuerdo con el Plan de 1880, consistía «en la lección de un discurso compuesto por el graduando sobre un punto elegido del cuestionario de la Facultad o libremente» [MORENO G., 1988, pp. 391-398]. Una revisión de las tesis grado de la época que se conservan en la Biblioteca Central de la Universidad de La Habana pone de manifiesto que no hay ninguna de física, pero en el supuesto de que las haya habido alguna vez, es de suponer que su enfoque fuese generalmente cualitativo y discursivo.

Es de suponer la preparación en ciencias físicas de los alumnos de Ciencias Físico-Matemáticas experimentara una sensible elevación al hacerse cargo de la enseñanza de la asignatura Mecánica Racional, a partir de 1883, el habanero Juan Orús (1849-1911), graduado de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona y miembro de número de la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana. Las lecciones de Orús terminaron por estructurarse siguiendo el *Tratado de mecánica racional* de Ch. Delaunay, que se utilizaba como texto en las Universidades de Madrid y Barcelona [MORENO G., 1988, pp. 505, 508] y había sido traducido del francés al español en 1866.

La introducción de la luz eléctrica en Cuba, durante la segunda mitad del decenio de 1880 no sólo llamó poderosamente la atención del público, principalmente en La Habana, donde se hicieron las primeras instalaciones, sino que encontraron eco en la actividad docente de los profesores Antonio Caro y Manuel Cañizares. Así, por ejemplo, este último dedicó al tema su discurso de apertura del curso 1885-1886, mientras que Caro se convirtió en periodista dedicado a reseñar y comentar las características más salientes del alumbrado público que comenzó a funcionar en La Habana y en Cárdenas en 1889. He aquí una muestra de lo que escribió, donde apunta una curiosa vinculación de la enseñanza de la física a su cargo con las aplicaciones técnicas:

«[... En la primera prueba del sistema Thomson-Houston en el Parque Central de La Habana] hemos visto confirmado que su superioridad en todo y por todo respecto de los demás sistemas es innegable á todas luces; y así lo hemos aseverado á nuestros estimados alumnos en la Universidad en el último curso al hacer nosotros el más prolijo paralelo entre todos los sistemas de alumbrado [...].» [ALTSHULER y GONZÁLEZ, 1997, p.328].

Meses antes de que fuera publicada esta nota de Caro, había aparecido en el mismo periódico habanero, un artículo de divulgación científica escrito expresamente, a propósito del acontecimiento, por el célebre polígrafo español don José Echegaray, donde éste se esforzaba en explicar de forma amena, recurriendo a la clásica analogía hidráulica, las principales características de la corriente eléctrica y del uso de ésta en el alumbrado. Sin embargo, al referirse a las nociones de corriente, resistencia y potencial eléctricos, advertía al lector:

«Explicar lo que esto significa en términos rigurosos y científicos no es posible en artículos de esta índole, porque ¿a qué conduce que le digamos, por ejemplo, que el potencial es la integral de las masas eléctricas, divididas por las distancias respectivas al punto que se considere» [ALTSHULER y GONZÁLEZ, 1997, p. 329].

No es descabellado imaginar la posibilidad de que semejante alusión a un concepto fundamental de la teoría de la electricidad, haya despertado en algún que otro de los alumnos de Ampliación de física el interés por ir más a fondo en el conocimiento de ciertos aspectos de aquella asignatura. Pero de este posible efecto incidental nada sabemos a ciencia cierta, pues la documentación disponible sugiere que hasta el fin de la dominación española en la Isla, y aún después, las clases de física continuaron dándose en la Universidad sin elevación sensible de su nivel científico.

5. Los primeros tiempos de la Universidad republicana (1899-1922)

Al cesar la dominación colonial española en Cuba, el 1 de enero de 1899, los Estados Unidos ocuparon militarmente el país, con la promesa implícita de transferir posteriormente el gobierno a los nacionales, que habían venido luchando por la independencia durante tres decenios. El gobierno interventor nombró varios funcionarios naturales del país, para que lo asesoraran en el manejo de en distintas áreas de la vida pública. Uno de ellos, el abogado José Antonio González Lanuza (1865-1917), que ocupaba el cargo de Secretario de Justicia e Instrucción Pública, confeccionó un plan de estudios para la Universidad, que fue puesto en vigor por la orden militar nº 212, de 4 de noviembre de 1899 y se complementó mediante disposiciones sucesivas.

El nuevo plan no introducía ninguna alteración de fondo con respecto a la situación anterior. Incluso confirmaba en el cargo genérico de «catedrático» a todos los que hasta entonces tenían esa categoría, pero aumentaba considerablemente el número de cátedras, las cuales habían de cubrirse incorporando nuevos profesores al claustro y redistribuyendo las tareas docentes entre la totalidad de sus miembros. Así, por ejemplo, Plácido Biosca, catedrático de Química General desde 1892, pasó a ocupar la cátedra que incluía el primer curso de la enseñanza de la física del período preparatorio y los dos primeros cursos de física de Licenciatura, mientras que Manuel Cañizares pasaba a hacerse cargo de una cátedra dedicada a la enseñanza de la trigonometría y la astronomía, mientras que se le entregaba a Nicasio Silverio, antiguo profesor de química nombrado catedrático de Ampliación de Física a fines de abril de 1898, una cátedra responsabilizada con el segundo curso

de física del período preparatorio, el tercer curso de física de la Licenciatura y la enseñanza de la meteorología, la electricidad aplicada y las mediciones eléctricas.

Pronto se hizo evidente que el «Plan Lanuza» no tenía nada de realista, pues por una parte, no respondía a las necesidades del momento, y por la otra, su introducción en la práctica resultaba demasiado gravosa para la débil economía del país. Por ello, cuando el 1 de mayo de 1900 se hizo cargo de la Secretaría de Instrucción Pública el destacado intelectual cubano Enrique José Varona (1849-1933), éste se dio de inmediato a la tarea de elaborar un plan de reorganización de los estudios universitarios. El «Plan Varona» se implantó en sustitución del anterior por la orden militar nº 266 de fecha 30 de junio de 1900. Su autor declaró en un artículo publicado poco después:

«He pensado que nuestra enseñanza debe cesar de ser verbal y retórica para convertirse en objetiva y científica. A Cuba le bastan dos ó tres literatos; no puede pasarse sin algunos centenares de ingenieros. Aquí está el núcleo de mi reforma» [VARONA, 1999, p. 207].

Por la misma época, Varona le escribió a un colega y amigo que en la elaboración de su plan de reforma de la enseñanza educacional cubana, lo había guiado un «[e]spíritu de legítima defensa del grupo étnico cubano; defensa tal como [era] posible y en el campo que [era entonces] posible». Al efecto, decidió reorganizar la enseñanza «a la americana», partiendo de la base de que los cubanos habían de «competir, en el campo industrial, que [era] tanto como decir en el campo científico, con los norteamericanos, si no [querían] ser desalojados del campo» [VARONA, 1999, 217].

Fue sin duda en aras de esta consideración que se incluyó en el «Plan Varona» una Escuela de Ingenieros, Electricistas y Arquitectos, y otra de Agronomía, incluidas ambas en la Facultad de Letras y Ciencias junto con las Escuelas de Letras y Filosofía, de Pedagogía y de Ciencias. Las demás Escuelas se repartían entre otras dos Facultades: la de Medicina y Farmacia, y la de Derecho.

Sin embargo, en el nuevo plan resultaban perjudicados los estudios de Ciencias, puesto que éstos se reducían a tres años a la vez que se suprimían las antiguas Secciones especializadas. Para obtener el título de Doctor en Ciencias todos los alumnos de la Escuela de Ciencias debían aprobar el mismo plan de estudios de tres años académicos, aprobar dos cursos de Dibujo que se daban en la Escuela de Pedagogía y realizar con éxito unos ejercicios de grado. Éstos consistían en dar una clase y presentar una tesis sobre un tema seleccionado por el alumno, de una lista que preparaba anualmente el tribunal de examen.

En lo que se refiere al área de física, todos los estudiantes de la Escuela de Ciencias debían tomar las siguientes asignaturas: Mecánica (con sus prácticas) en el primer año de la carrera; Física 1er curso (sonido, calor y luz, con sus prácticas) en el segundo año, y Mecánica Racional y Física 2do curso (electricidad y magnetismo, con sus prácticas) en el tercer año. Además, figuraban en el mismo plan de estudios, entre otras materias, dos semestres de análisis matemático, cursos de geometría analítica y descriptiva, química, astronomía, botánica y zoología. Sin duda, un plan de estudios muy abigarrado del que sólo llegaron a graduarse cuatro estudiantes con el título de Doctor en Ciencias.

Tal era el contexto en que, a partir del 20 de mayo de 1902, habían de continuar realizándose los estudios de física y ciencias afines en la Universidad de La Habana, al ser sustituido

oficialmente el régimen de ocupación militar norteamericana del país por una República obligada a aceptar nuevas intervenciones cuando lo estimara oportuno el gobierno de los Estados Unidos, a tenor de la Enmienda Platt.¹⁶

En la primera semana de mayo de 1902, las instalaciones de la Universidad se habían trasladado apresuradamente del convento de Santo Domingo o de San Juan de Letrán a los pabellones de la antigua Pirotecnia Militar, situada en la colina donde actualmente se encuentra la Universidad de La Habana (que en otra época se llamó Colina de Aróstegui) en el barrio del Vedado¹⁷. El laboratorio de física se instaló

«en una de las antiguas construcciones inmediata a la Cátedra del mismo nombre, provisto de ocho departamentos de polarización y espectroscopía, seis cuartos oscuros fotográficos, servicios de agua, gas y electricidad y el número suficiente de mesas de trabajo para que en él puedan realizar sus prácticas de Física cien alumnos a la vez» [UNIVERSIDAD, 1902]

En lo que se refiere a la Escuela de Ciencias, pronto se echaron de ver algunos de los defectos del Plan Varona original, como la eliminación de las tres Secciones tradicionales de la Escuela. Éstas fueron restituidas en tiempos de la segunda intervención norteamericana (1906-1909), por el decreto n° 737, de 29 de junio de 1907, de manera que en lo adelante volvieron a otorgarse los diplomas de Doctor en Ciencias Físico-Matemáticas, Doctor en Ciencias Físico-Químicas y Doctor en Ciencias Naturales, luego de cumplir tres años de estudios.

Los planes de estudios aprobados para las carreras de Doctor en Ciencias Físico-Matemáticas y Doctor en Ciencias Físico-Químicas todavía experimentaron algunos reajustes. Por ejemplo, en el curso 1907-1908 las asignaturas de la carrera de Ciencias Físico-Matemáticas se agrupaban como sigue [UNIVERSIDAD, 1909]:

Primer año. Clases diarias: 1. Análisis Matemático (Álgebra Superior); 2. Geometría (Superior y Analítica). Clases alternas: 1. Trigonometría (plana y esférica); 2. Dibujo Lineal; 3. Biología.

Segundo año. Clase diaria: 1. Análisis Matemático (Cálculo Diferencial e Integral). Clases alternas: 1. Geometría Descriptiva; 2. Cosmología; 3. Física Superior, 1er curso (Mecánica, Calor y Sonido); 4. Química General; 5. Dibujo Natural. 6. Zoología.

Tercer año: Clase diaria: 1. Mineralogía y Cristalografía. Clases alternas: 1. Mecánica Racional; 2. Geodesia; 3. Astronomía; 4. Física Superior, 2do curso (Luz y Electricidad); 5. Botánica General.

Este plan de estudios experimentó solamente cambios menores en años sucesivos. En particular, a partir del curso 1914-1915 el primer curso de Física Superior pasó al primer año de la carrera, mientras que el segundo curso pasó al segundo año [UNIVERSIDAD, 1916].

Las asignaturas Física Superior, 1er curso y Física Superior, 2do curso no sólo se impartían a los estudiantes de Ciencias Físico-Matemáticas, sino también a los de Ciencias Físico-Químicas, Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica, Arquitectura, e Ingeniería Agronómica y Azucarera, así como a los alumnos de las carreras de Perito Agrónomo y Perito Químico y Azucarero. Una asignatura denominada Física General, de nivel inferior al de los cursos de Física Superior,

figuraba en los planes de estudios de las carreras de Ciencias Naturales, Medicina, Farmacia y Medicina Veterinaria.

Tanto los dos cursos de Física Superior como el curso de Física General se asignaron a la Cátedra «D» de la Escuela de Ciencias. El correspondiente puesto de catedrático lo ocupó Plácido Biosca, (1862-1923) por nombramiento del Gobierno Interventor, en julio de 1900. De origen catalán, Biosca había obtenido sucesivamente en la Universidad de La Habana, entre los años 1883 y 1889, los títulos de Doctor en Medicina, Doctor en Ciencias Físico-Químicas y Doctor en Farmacia, además de los títulos extrauniversitarios de Perito Químico y Perito Mecánico. En 1892 había obtenido, por oposición, el cargo de catedrático numerario de Química General, pero se lo transfirió en 1899 a la cátedra de Física de la Facultad de Ciencias al entrar en vigor el efímero Plan Lanuza. Según comentaba años más tarde su antiguo alumno, Manuel Gran,

«[...] el doctor Plácido Biosca, era un hombre de cultura extraordinaria, con una extensa preparación, sobre todo en química. Sus lecciones eran agradables y colmadas de golpes de inteligencia, pero tenían más bien carácter de vulgarizaciones. Otra cosa hubiese requerido una preparación matemática muy seria y una voluntad de hierro para imponer un método con ribetes de universitario en un medio que no estaba habituado a él, y sin la concordancia de las otras enseñanzas» [GRAN, 1942].

A partir de octubre de 1903, el Dr. Biosca delegó la impartición de las clases de Física Superior 1er curso en su auxiliar y Jefe del Gabinete de Física, Nicasio Silverio (1860-1926), Licenciado en Medicina y Doctor en Ciencias Físico-Químicas, que entre 1885 y 1898 se había desempeñado como profesor de química en la Universidad y luego se había hecho cargo de algunos cursos de física.

Como quiera que la asignatura denominada Mecánica Racional puede considerarse parte integrante de la enseñanza universitaria de la física impartida a los alumnos de Ciencias Físico-Matemáticas, conviene precisar que desde el año 1883 las clases correspondientes estuvieron a cargo de Juan Orús (1849-1911), Ingeniero Industrial graduado en la Escuela Profesional de Barcelona [UNIVERSIDAD, 1900], hasta que lo sustituyó en dicha tarea el Doctor en Ciencias Físico-Matemáticas y Licenciado en Medicina y Cirugía, Victorino Trelles (1870-1951), promovido en 1911 a catedrático de Mecánica Racional, Astronomía y Cosmología.

El plan de estudios de las carreras de Ciencias Físico-Matemáticas y Ciencias Físico-Químicas se mantuvo prácticamente sin variación desde 1908 hasta 1933, aunque en el intervalo tuvieron lugar algunos cambios importantes en el contenido de algunas asignaturas y en la calificación de los profesores que las explicaban, como veremos a continuación. Así, por ejemplo, la enseñanza del Análisis Matemático experimentó una mejoría considerable al hacerse cargo de su enseñanza el Dr. Pablo Miquel a partir de 1913. En cuanto a la enseñanza de la física, ella experimentó también un adelanto radical al ponerse en manos del Dr. Manuel Gran en 1923.

6. En busca de un enseñanza de mayor altura (1923-1958)

6.1. Período 1923-1933

El importante cambio cualitativo que experimentó la enseñanza de la física en la Universidad de La Habana durante el decenio de 1920 coincidió en tiempo y espíritu con el primer intento radical de sanear y modernizar la enseñanza superior cubana.

Inspirado en gran medida en el movimiento de Reforma Universitaria iniciado en Argentina en 1918 y liderado por el destacado dirigente estudiantil Julio Antonio Mella (1903-1929), en 1923 dio comienzo en la Universidad de La Habana un movimiento similar, que se proponía modernizar la educación superior, erradicar los arcaicos métodos de enseñanza prevalecientes en el máximo centro docente del país y deshacerse de los profesores incompetentes, absentistas o corruptos. En este contexto, algunos de los miembros del cuerpo docente universitario más notorios por su falta de idoneidad fueron pasados a retiro y sustituidos por profesionales más capaces y responsables, apoyados y a veces propuestos por los propios estudiantes.

Tal fue el caso de Manuel F. Gran (1893-1962), que en marzo de 1923 se hizo cargo de las clases de Física Superior, con carácter interino, en lugar del profesor auxiliar, Nicasio Silverio, el cual venía sustituyendo al titular, Plácido Biosca, por encontrarse éste seriamente enfermo. Los alumnos de la asignatura habían decidido no asistir a las clases de Silverio en protesta por su incompetencia. Asimismo reclamaron y obtuvieron que se hiciera cargo del curso Manuel Gran, un brillante graduado de Arquitectura e Ingeniería Civil, que en 1922 había obtenido el grado de Doctor en Ciencias Físico-Matemáticas con una tesis sobre fuerzas centrales y sus aplicaciones a la mecánica celeste.

Según el nuevo profesor, los cursos de Física Superior se habían venido desarrollando tal como él mismo los había recibido algunos años antes,

«[...] de manera tan elemental, que en muchos tópicos la enseñanza era de nivel y extensión bastante inferior a la que los alumnos habían recibido en algunos institutos de segunda enseñanza, el de La Habana, por ejemplo. El número de lecciones era exiguo – 12 ó 14 en el primer curso [...] – y muchas menos en el segundo. Rara vez se empleaba la matemática en los razonamientos, y cuando se usaba de ella, sólo se tocaba la más elemental de manera muy tímida» [GRAN, 1942].

Sensible a las explicaciones faltas de rigor y de elegancia, Gran introdujo en sus clases de Física Superior un espíritu renovador, una aproximación consistentemente rigurosa a los distintos temas, una utilización apropiada de las matemáticas y una vinculación eficaz con la resolución de problemas y las manipulaciones de laboratorio [ALTSHULER, 2003, pp. 155-182]. Pero este viraje en el enfoque de la materia requirió algunos años para desarrollarse plenamente.

«Cuando iniciábamos nuestros trabajos, en el curso 1923 a 1924, – recordaba Gran en 1943 – nos vimos precisados a emprender la solución de tres problemas: creación de un curso de Física Superior que mereciese este nombre; organización del laboratorio para que llenase este fin de la mejor manera, y organización de un curso de manipulaciones consonante. La primera tarea fue la más difícil y, por tanto, la que más estimamos de nuestro esfuerzo [...] Nos hallábamos [...] en el trance de explicar [...], nada menos que en la Universidad y bajo el

título de Física Superior, dos lecciones diarias de materias en cuya enseñanza jamás habíamos tenido modelo. Como este curso no podía reducirse a una reproducción de cualquier curso extranjero, habida cuenta de que la preparación de los alumnos era distinta a la que encontraban los profesores de otras Universidades, la dificultad era aún mayor, pues en casi todo caso era preciso explicar a la vez un tópico de matemática superior seguido del asunto de física que de aquél dependía» [GRAN, 1942].

En los primeros tiempos, se utilizaron como textos de consulta para los alumnos los tratados de física general de Murani, Ganot, Ollivier y algún otro. Pero en el desarrollo de las clases se advirtió cada vez más la influencia de obras tales como el *Cours de Physique* de Faivre, Dupaigne, Lamirand y Brizard, el excelente *Cours de physique générale* de Bruhat y la monumental obra de Bouasse en cuarenta y tantos tomos, titulada *Bibliothèque scientifique de l'ingénieur et du physicien*, caracterizada por la heterodoxia de los enfoques del autor y la fogosidad de sus críticas a puntos de vista y maneras de enseñar generalmente aceptados.

Por entonces, las novedades de las ciencias físicas que se producían en el mundo llegaban a Cuba casi exclusivamente a través de las obras de divulgación científica y de texto a cuyo estudio se entregaba el profesor, pues a la ausencia en las bibliotecas universitarias de las más importantes revistas especializadas, se añadían la práctica inexistencia de intercambios científicos con instituciones académicas extranjeras y la rareza de las visitas al país de físicos de nivel internacional.

A título de botón de muestra, cabe recordar que una de aquellas raras visitas fue el muy breve paso por La Habana del físico español Blas Cabrera en enero de 1927, invitado por la Institución Hispanocubana de Cultura. En Cuba era conocido principalmente por su libro de divulgación científica titulado *Principio de Relatividad*, que había visto la luz en 1923, el año de la visita de Einstein a España. Es de suponer que al menos una de las dos conferencias que dictó en la Universidad, titulada «Propiedades magnéticas de los elementos y estructura atómica»¹⁸ [ÁLVAREZ et al, 2002], resultase bastante informativa y actualizada puesto que las contribuciones de Cabrera al estudio del magnetismo habían alcanzado un nivel internacional.

Pese a todas las limitaciones, los cursos de la denominada Física Superior fueron subiendo de nivel paulatinamente, en la medida en que el profesor y sus auxiliares profundizaban en la materia, siempre por vía esencialmente autodidacta, en los aspectos tanto teóricos como experimentales¹⁹. Hacia 1929, los dos cursos de Física Superior (que cubrían 4 semestres, a razón de 3 horas semanales de clases complementadas con sesiones de laboratorio y de resolución de problemas) habían adquirido, en lo fundamental, las características generales que habían de mantener en lo adelante. Ambas asignaturas terminaron por impartirse exclusivamente a los alumnos de Ciencias Físico-Matemáticas y Físico-Químicas y a los de Ingeniería Civil, Eléctrica y Química-Azucarera. Según el propio Dr. Gran, aquella enseñanza

«[...] pecaba aún de elementalismo, según podría pensar un especialista mal impuesto de las condiciones reales del medio, pero cuando hemos ido al extranjero comisionados o no por la Universidad – añadía – hemos visto que los grandes maestros sólo desarrollaban un capítulo, a veces a lo largo de varios cursos, y que la enseñanza corriente no superaba la nuestra, a pesar de la diferencia de preparación, de medios y de tradición científica»[GRAN, 1942].

Un factor que mucho perjudicó la enseñanza en el país, y en particular al desarrollo de la enseñanza de la física a comienzos del decenio de 1930, fue el cierre de la Universidad decretado a mediados de diciembre de 1930 por la muy represiva tiranía del presidente Gerardo Machado, como represalia contra la actitud combativa en su contra de los estudiantes, apoyados por la mayoría del profesorado. A título de anécdota, cabe recordar que esta lamentable circunstancia (que había culminado en la muerte de un dirigente estudiantil en un enfrentamiento con la policía durante una manifestación) impidió la que, en condiciones normales, hubiera sido una memorable visita a la Universidad de La Habana del célebre creador de la Teoría de la Relatividad, Albert Einstein, durante su breve paso por la capital del país, de 19 al 20 de diciembre de 1930 [ALTSHULER, 2003, pp. 143-154].

Como quiera que el cierre del máximo centro de estudios decretado por el Gobierno se acompañó con la suspensión del pago del salario a los profesores, éstos tuvieron que dedicarse a otros menesteres para ganarse la vida. En particular, el Dr. Gran, en unión de otros compañeros, fundó un colegio – que no prosperó –, e intervino en la reforma y ampliación de otro, cuyo laboratorio creó.

6.2. Período 1934-1939

La interrupción de la docencia universitaria duró más de tres años, pues si bien la tiranía machadista había caído en agosto de 1933, el agitado período que siguió impidió el comienzo de las clases hasta enero de 1934. La reapertura permitió que se diera el curso académico 1933-1934 pero no que se completara el curso siguiente, porque en marzo de 1935 la Universidad fue ocupada militarmente por el nuevo gobierno provisional del país, como respuesta a una declaración del Consejo Universitario que lo impugnaba por represivo y antidemocrático²⁰. No se reanudaron las clases hasta fines de marzo de 1937, esta vez al amparo de la Ley Docente de 8 de enero del propio año, que concedía la autonomía universitaria (otorgada anteriormente por decreto de 6 de octubre de 1933 del gobierno provisional presidido por el Dr. Grau San Martín). Según lo establecido en los Estatutos que una comisión de profesores elaboró aceleradamente y luego oficializó un decreto presidencial de 22 de febrero de 1937, se reestructuró la Universidad, de manera que las tres Escuelas antes existentes fueron sustituidas por doce Facultades, siendo la Facultad de Ciencias una de ellas.

En lo que toca específicamente a la enseñanza universitaria de la física, ésta se había reanudado en 1934 con la novedad de que entre los estudios que debían realizar los alumnos de Ciencias Físico-Matemáticas (ahora extendidos a *cuatro* años) se incluían por primera vez las asignaturas Física Teórica 1er y 2do cursos, explicadas por el Dr. Enrique Badell (1895-1947). Ingeniero Civil, Arquitecto y Doctor en Ciencias Físico-Matemáticas y en Ciencias Físico-Químicas, Badell había adquirido en 1927, por oposición, la condición de Profesor Auxiliar de la cátedra «D» (Física Superior y Física General), cuyo titular era el Dr. Gran.

La introducción de los estudios de física teórica se había impuesto al margen de muchas formalidades, aprovechando el ambiente favorable a la realización de cambios largamente apetecidos que prevaleció en el país, particularmente en la Universidad de La Habana, a la caída del llamado machadato. Da una idea de lo inestable de la situación en aquel tiempo, el hecho de que no fue sino hasta abril de 1938 cuando al Dr. Badell le fue otorgado en propiedad el cargo de

Profesor Titular, jefe de la cátedra «J», responsabilizada con dos cursos de Física Teórica y uno de Física General, desglosado este último de la cátedra «D» (a la cual había pertenecido con anterioridad), que ahora pasaba a ocuparse exclusivamente de la enseñanza de los dos cursos de Física Superior y de un curso especial para los alumnos de optometría.

El profesor Gran se dio a la tarea de elaborar un texto de Física Superior «a pesar de las enormes dificultades de impresión y de las no menores económicas». De aquel texto sólo se imprimieron las primeras 256 páginas, pero no se imprimió el resto porque el resultado no quedó a gusto del autor y decidió no darlo al público. «Hoy tenemos este curso casi terminado, en parte publicado en copias mimeográficas, en espera de darlo a luz un día a la medida de nuestro gusto», acotó Gran a comienzos del decenio de 1940. Aunque aquella obra no llegó a publicarse nunca, entre los textos suplementarios publicados en mimeógrafo como paliativo, figuraron varias monografías sobre complementos de estática, movimientos armónicos, termometría, óptica geométrica, electricidad y otros temas propios de los cursos de Física Superior²¹.

Sin duda, una virtud esencial de aquellos cursos, tal como se impartían, al menos a partir de la década de 1940, era el tratamiento refinado y crítico de la temática abordada. Pero entre sus insuficiencias se destacaba el hecho de que algunas cuestiones se desarrollaban con tanta prolijidad, que faltaba el tiempo para abordar debidamente determinadas áreas de mayor trascendencia conceptual, tales como los fundamentos de la termodinámica o de la óptica ondulatoria.

Los conocimientos de mecánica que se daban en el primer curso de Física Superior se complementaban con el aporte de otra asignatura: la Mecánica Racional. A partir del curso 1936-37 el profesor Rafael Fiterre (1900-?)²² pasó a explicar dicha asignatura con un enfoque que, en su criterio, debía «servir de base sólida y *práctica* a las asignaturas de ciencia aplicada», de manera que fuese especialmente útil para los ingenieros que tomaban la materia conjuntamente con los estudiantes de Ciencias Físico-Matemáticas. Éstos, por su parte, debían tomar posteriormente la asignatura Complementos de Mecánica Racional, donde el mismo profesor desarrollaba la cinemática a la manera de Gastón Julia en la Sorbona [FITERRE, 1942].

El plan de estudios para la carrera de Doctor en Ciencias Físico-Matemática que rigió en el curso 1937-1938 y se mantuvo hasta comienzos del siguiente decenio, da una idea general de la articulación relativa de la enseñanza de la mecánica racional y otras materias afines con la enseñanza de la física. He aquí la correspondiente distribución de las materias [UNIVERSIDAD, 1939]:

Primer año: 1. Análisis Matemático, 1er Curso; 2. Física Superior, 1er Curso; 3. Geometría Analítica; 4. Geometría Superior; 5. Trigonometría; 6. Dibujo Lineal; 7. Biología.

Segundo año: 1. Análisis Matemático, 2do Curso; 2. Física Superior, 2do Curso; 3. Geometría Descriptiva; 4. Química Inorgánica; 5. Química Orgánica; 6. Cosmografía; 7. Agrimensura.

Tercer año: 1. Complementos de Análisis Matemático; 2. Física Teórica, 1er Curso; 3. Mecánica Racional; 4. Mineralogía; 5. Cristalografía; 6. Astronomía; 7. Topografía; 8. Didáctica Especial de la Enseñanza Secundaria (Potestativa).

Cuarto año: 1. Complementos de Geometría; 2. Física Teórica, 2do Curso; 3. Complementos de Mecánica Racional; 4. Geología; 5. Complementos de Astronomía; 6. Geodesia; 7. Prácticas de Grado y Preparación de Tesis.

A propósito de la enseñanza de la Física Superior, explicaba el Dr. Gran, veinte años después de haberse incorporado a la cátedra, que el gabinete de ésta había mejorado «en proporción de mil a uno», si bien aún estaba «lejos de haber alcanzado el nivel que le [correspondía], tanto por el enorme número de alumnos que a él [concurrían], como por la escasez de profesores, como por su dotación económica insuficiente». Asimismo, se implantó en la cátedra el requisito, establecido después oficialmente (cfr. plan de estudios 1937-1938), de que los graduandos de Ciencias Físico-Matemáticas y Ciencias Físico-Químicas efectuaran «prácticas de grado» de laboratorio, consistentes en las realización de experimentos más refinados y complejos que los de rutina en los cursos regulares [GRAN, 1942].

Tocante a la física teórica, ésta se daba exclusivamente a los alumnos de los dos últimos años de Ciencias Físico-Matemáticas siguiendo esencialmente la obra *Introduction to theoretical physics* de Leigh Page²³, a menudo complementada con desarrollos matemáticos alternativos muy detallados aportados por profesor Badell, algunos de los cuales se publicaron posteriormente (p. ej.: [BADELL, 1955]).

6.2. Período 1940-1951

Naturalmente, el perfeccionamiento de los cursos de Física Superior y la incorporación de los de Física Teórica al plan de estudios de la carrera de Ciencias Físico-Matemáticas, elevó considerablemente el nivel de los nuevos egresados de ésta que habían de convertirse en profesores de física de los Institutos de Segunda Enseñanza del país. Este hecho había de contribuir al éxito de la reforma del plan de estudios de la segunda enseñanza, introducida en el país a comienzos del decenio de 1940, que se extendió a cinco años en lugar de los cuatro que tenía el antiguo «Plan Varona», de tal modo que el quinto consistía en un año de «ampliación» bien en Letras o en Ciencias.

Los estudios del quinto año de ciencias – que debían aprobar todos los egresados de bachillerato como requisito para poder ingresar a las carreras universitarias de Ciencias, Ingeniería, Arquitectura, Agronomía, Medicina, Odontología, Veterinaria y Farmacia – contenían dos semestres de cinco horas semanales de cada una de las siguientes materias: biología, matemática, química y física. En lo que a física se refiere, estos dos semestres de clases diarias de la materia se añadían a los cuatro de clases alternas de física (dos semestres en el tercer año y dos en el cuarto), que debían cursar obligatoriamente todos los alumnos de bachillerato, previamente al quinto año, fuese éste en letras o en ciencias. En los años cuarenta y cincuenta, se publicaron varios textos de física valiosos, compuestos por los profesores Manuel Gran, Alfonso Páez, Marcelo Alonso y Virgilio Acosta, así como un excelente texto de matemática del profesor Mario O. González destinado a los alumnos de quinto año de ciencias. Estos textos contribuyeron a fijar en el país un nivel relativamente elevado en la formación física y matemática de los egresados del Bachillerato en Ciencias, particularmente a partir de la segunda mitad del decenio de 1940.

Los progresos que acaban de mencionarse en el ámbito educacional cubano tuvieron lugar en el contexto de los albores de la sustitución del anterior imperio del militarismo reaccionario en la

vida pública del país, por un régimen basado en la nueva Constitución de la República de 1940, de carácter democrático y progresista, que, sin embargo, no impidió que se entronizara en la Universidad de La Habana un período turbulento de lucha de grupos a menudo de carácter violento, derivado originalmente de la falta de institucionalización de la justicia para castigar a los elementos represores de etapas previas [ARMAS et al, 1984, pp. 503-518].

Consagrada la autonomía universitaria por la nueva Constitución, entraron en vigor en 1942 unos nuevos Estatutos para la Universidad de La Habana, donde, entre otras cosas, las doce Facultades establecidas por los Estatutos de 1937 pasaron a denominarse Escuelas, con algún que otro ajuste de nombres y su número aumentó a trece, al separarse la Escuela de Ingeniería de la de Arquitectura, que anteriormente componían una sola Facultad.

A partir del curso 1941-42 se introdujeron algunos ajustes y modificaciones de cierta importancia a los planes de estudios de las carreras de Ciencias de la Universidad de La Habana, que habían de mantenerse sin alteración esencial hasta 1959-60. Las asignaturas correspondientes al plan de estudios de Ciencias Físico-Matemáticas quedaron finalmente distribuidas como sigue:

Primer año: 1. Análisis Matemático, 1er Curso; 2. Física Superior, 1er Curso; 3. Geometría Analítica; 4. Geometría Superior; 5. Trigonometría; 6. Dibujo.

Segundo año: 1. Análisis Matemático, 2do Curso; 2. Física Superior, 2do Curso; 3. Complementos de Geometría Analítica; 4. Geometría Descriptiva; 5. Vectores; 6. Cosmografía.

Tercer año: 1. Análisis Matemático, 3er Curso; 2. Física Teórica, 1er Curso; 3. Mecánica Racional; 4. Teoría de Grupos; 5. Astronomía; 6. Introducción a la Geodesia; 7. Análisis Vectorial y Nociones de Cálculo Tensorial.

Cuarto año: 1. Análisis Matemático, 4to Curso; 2. Física Teórica, 2do Curso; 3. Complementos de Mecánica Racional; 4. Geometría Proyectiva; 5. Complementos de Astronomía; 6. Geodesia; 7. Didáctica de las Escuelas Secundarias (Ciencias) [Opcional].

La enseñanza de la física correspondiente al nuevo plan de estudios se repartía entre las cátedras «D» y «J», a cargo de los profesores Gran y Badell, respectivamente. Así, el Dr. Agustín Guitart, que pertenecía oficialmente a la segunda e impartía Física General a los Ingenieros Agrónomos y Azucareros, también se hacía cargo de las sesiones de problemas que tomaban los alumnos de Física Superior, mientras que el Dr. Miguel Ángel Maseda, que pertenecía a la cátedra «D», venía explicando desde 1937 el segundo curso de Física Teórica tomado por los alumnos de cuarto año de Ciencias Físico-Matemáticas. Fallecido el Dr. Badell en 1947, al año siguiente Maseda ganó por oposición la plaza de Profesor Titular de la cátedra «J» (Física Teórica y Física General), con la inusual felicitación del tribunal «por sus brillantes ejercicios». Hasta su fallecimiento, en diciembre de 1957, Maseda continuó colaborando con la cátedra del Dr. Gran, a la vez que explicaba ambos cursos de Física Teórica y se ocupaba directamente de la labor experimental que debían realizar los alumnos de Ciencias Físico-Matemáticas para obtener el grado.

Antes de pasar a la reseña de los desarrollos que siguieron de la enseñanza de la física vinculados orgánicamente a la Universidad de La Habana, conviene recordar, siquiera sea someramente, el surgimiento de algunos otros elementos que de una forma u otra contribuyeron a enriquecer el panorama de los estudios de física realizados en el país en la época que nos ocupa.

Así, por ejemplo, en febrero de 1942 se constituye oficialmente la Sociedad Cubana de Ciencias Físicas y Matemática, con 34 miembros fundadores, que eligen al respetado profesor de Análisis Matemático de la Universidad de La Habana, Dr. Pablo Miquel, como Presidente de la Sociedad y Director de la publicación oficial de la misma – la *Revista de la Sociedad Cubana de Ciencias Físicas y Matemáticas* – de la cual es elegido Jefe de Redacción el profesor Manuel Gran. En sus palabras de presentación del primer número de la publicación, apuntaba Miquel:

«No se ha escrito aún la historia de la matemática y la física en nuestro país, pero los que nos hemos asomado a los archivos y bibliotecas nos hemos visto impelidos a concluir que cuando esta historia se escriba se resumirá en unas pocas páginas en que sólo parecerán detalles sobre la enseñanza de estas ciencias entre nosotros, sin que a lo mejor resulte muy halagüeño el resumen. Los que esto saben, concluirán, al ver aparecer esta revista, que el cambio operado aquí en estas ciencias en los últimos veinte años semeja mucho más una revolución que una evolución. Quizás sea esta nuestra forma típica de producirnos en todos los hechos de la historia; forma que corresponde a los temperamentos y pueblos impacientes y nerviosos» [VALDÉS C., 2000].

Sin duda, en lo que a pedagogía se refiere, la enseñanza de la física y la matemática experimentó un avance muy considerable en el país a comienzos del decenio de 1940, con la publicación de varios textos excelentes de ambas materias, sobre todo para la segunda enseñanza. Pero sobran los dedos de una mano para contar a los individuos que se animaban a dedicarle algún tiempo y esfuerzo a la investigación científica. Que este ingrediente básico, definitorio de la vitalidad de una ciencia, prácticamente no gozaba entonces de reconocimiento siquiera académico, lo demuestra el peso irrisorio asignado a la labor de investigación en el expediente de los aspirantes a cátedras universitarias. En realidad, un verdadero avance revolucionario en el cultivo de la ciencias físicas y matemáticas en Cuba no había de producirse sino después de 1959, cuando se puso en marcha una profunda revolución social que asumió el respaldo a la investigación científica como parte integrante de la política estatal de impulso al desarrollo económico y cultural del país [ALTSHULER, 2002].

Durante la década de 1940 habían tenido lugar cambios importantes en la composición social del estudiantado universitario en virtud del acceso a los estudios superiores un número cada vez mayor de estudiantes de bajos recursos económicos, facilitado por la provisión de la Ley Docente de 1937 de que hasta 20% del total de la matrícula pudiera otorgarse gratuitamente a estudiantes pobres, como resultado de una transacción con el movimiento estudiantil de los años treinta, que demandaba un porcentaje mayor. Esta situación, unida al hecho de que en aquella época no existía en la Universidad de La Habana la posibilidad de estudiar algunas especialidades importantes, como la de Economía, favoreció que, en agosto de 1946, el gobierno de turno autorizara la creación del primer centro de estudios superiores de carácter privado: la Universidad Católica de Santo Tomás de Villanueva, al estilo de las universidades estadounidenses y estrechamente vinculada a las clases adineradas y elementos más reaccionarios del país, que, sin embargo, «no

alcanzó ni el prestigio científico ni el arraigo en Cuba que tenía la bicentenaria Universidad de La Habana» [ARMAS et al, 1984, pp. 491, 522-523].

Fue de mayor trascendencia la creación, en Santiago de Cuba, de la Universidad de Oriente. Oficializada el 23 de noviembre de 1949 como institución estatal, había venido funcionando como entidad privada en Santiago de Cuba desde octubre de 1947 gracias a la iniciativa y la participación de un grupo de intelectuales de la antigua provincia de Oriente, los cuales, conscientes de la rémora que representaba para la Universidad de La Habana el sistema de «cátedras vitalicias» allí imperante, dotaron al nuevo centro de estudios superiores de una estructura más moderna y flexible, donde las posiciones docentes tenían carácter contractual. Ello le permitió a la naciente universidad conformar su claustro con intelectuales y especialistas cubanos y extranjeros de excelente nivel (en particular, refugiados de la Guerra Civil Española) para los cuales el máximo centro de estudios habanero resultaba prácticamente infranqueable. La enseñanza de la asignatura denominada Física Superior, que debía impartirse a los estudiantes de Ingeniería Química e Ingeniería Mecánica, quedó a cargo de Roberto Soto del Rey (1913-1995), graduado en 1939 de Doctor en Ciencias Físico-Matemáticas y Físico-Químicas en la Universidad de La Habana y antiguo profesor de física del Instituto de Segunda Enseñanza de Santiago de Cuba. Formado en el estilo de quien había sido su profesor, Manuel Gran, Soto del Rey fue un excelente expositor que no sólo se entregó con eficacia a la tarea de crear los laboratorios de física de la institución, sino que inició el montaje de la planta piloto y el taller de maquinado de ésta.

A mediados de 1949 el Dr. Marcelo Alonso (1921-) ganó por oposición la plaza de Profesor Agregado de la Cátedra «J» cuyo Titular era el Dr. Miguel A. Maseda. Luego de graduarse en Ciencias Físico-Matemáticas en la Universidad de La Habana, Alonso había realizado estudios de física en la Universidad de Yale, y publicado en 1945 una traducción al castellano del texto de física teórica de Leigh Page, profesor de esta última casa de estudios [PAGE, 1945]. También había impartido cursillos de mecánica cuántica, óptica física y mecánica estadística en las Escuelas de Verano de 1947 y 1948 de la Universidad de La Habana.

A partir de 1950 – año en que se utilizaron por primera vez en Cuba radioisótopos importados para el tratamiento del cáncer – Alonso realizó numerosas salidas al extranjero para participar en diversas actividades relacionadas con el uso de radioisótopos y otras aplicaciones de la energía nuclear, que ya habían hallado un nicho nominal en la Comisión Nacional de Aplicaciones de la Energía Atómica a Usos Civiles, creada en 1947 y adscrita al Instituto Nacional de Hidrología y Climatología del Ministerio de Salubridad y Asistencia Social.

A propósito de lo anterior, ha de señalarse que en febrero de 1947, el Dr. Eudaldo Muñoz (1901-?), Profesor Titular de la Cátedra "P" de Química Física, perteneciente a la Sección de Ciencias Químicas de la Universidad de La Habana, dictó en la Sociedad Cubana de Ingenieros un ciclo de conferencias titulado «Estructura atómica y desintegración nuclear», a la que siguió un artículo suyo sobre el proceso radioactivo de los productos de desintegración del radio publicado en la revista del Instituto [Muñoz, 1948]. Esta circunstancia, unida al hecho de que en la cátedra mencionada venía trabajándose con los alumnos de Ciencias Físico-Químicas en algunos temas de química nuclear, sin duda influyó en la decisión que tomó la Universidad, en noviembre de 1948, de nombrar al Dr. Muñoz como su representante en la Comisión de Energía Atómica arriba mencionada [UNIVERSIDAD, 1937].

6.3. Período 1952-1959

La docencia en los institutos de segunda enseñanza y las universidades disfrutaron de un período de relativa estabilidad hasta el 10 de marzo de 1952, cuando se produjo el golpe de estado que llevó al poder a Fulgencio Batista, ex hombre fuerte y ex presidente constitucional del país. A partir de entonces, la lucha contra el régimen de facto represivo que se instaló, mantuvo en constante zozobra las actividades académicas en el país. Con todo, el 30 de noviembre de 1952 se oficializó la creación de la Universidad «Marta Abreu» de Las Villas, cuya dirección se sumó de inmediato a la posición de las otras universidades oficiales, contraria al régimen de facto. En vista de ello y con miras a debilitar la influencia pública de las tres Universidades oficiales existentes, el régimen se dio a la tarea de aprobar sin muchos requisitos, toda una serie de nuevos centros de enseñanza superior, de carácter oficial o privado, cuya docilidad política suponía que podía garantizarse, incluso en el caso de un eventual cierre de las universidades «rebeldes».

En tal contexto, a fines de 1952, el Consejo Económico de la Universidad de La Habana le otorgó a la cátedra «J» de la Escuela de Ciencias un modesto crédito para la fundación de un laboratorio básico de isótopos radioactivos, organizado por el profesor Alonso. Una inversión inicial de unos \$20 000 permitió adquirir para el nuevo laboratorio el equipamiento mínimo necesario, que incluía un espectrómetro de rayos gamma [UNIVERSIDAD, 1949].

Mientras tanto, la lucha contra el régimen instalado en el poder en el país iba caldeándose cada vez más, especialmente a partir del 13 de febrero de 1953, cuando murió, víctima de la violencia policial, el estudiante de la Universidad de La Habana Rubén Batista Rubio, que participaba en una manifestación antigubernamental. El 26 de julio siguiente, fracasadas las impugnaciones que se habían presentado al régimen de facto ante los tribunales del país, se produjo en Santiago de Cuba un ataque de los revolucionarios liderados por Fidel Castro al cuartel Moncada, que si bien no logró su objetivo inmediato, contribuyó decisivamente a desarrollar la lucha revolucionaria contra la tiranía batistiana, a la cual se incorporó en 1955 el Directorio Revolucionario, organización clandestina creada al efecto por la Federación Estudiantil Universitaria.

A mediados del propio año 1955, el gobierno de facto del país disolvió la antigua Comisión Nacional de Aplicaciones de la Energía Atómica y creó en su lugar una nueva entidad, adscrita al Consejo Nacional de Economía: la Comisión de Energía Nuclear de Cuba (CENC). El economista Gustavo Gutiérrez y el Dr. Marcelo Alonso fueron nombrados, respectivamente, Presidente y Secretario (después, Director Técnico) de la Comisión. El objetivo declarado de la CENC era proceder al estudio de la posible instalación de reactores nucleares en el país, así como controlar y fiscalizar todo lo relativo al asunto. La CENC se creaba en conformidad con la directiva NSC 5507/2 («Usos pacíficos de la energía atómica»), aprobada el mes de marzo anterior por el presidente de los Estados Unidos, Eisenhower, con el fin de «utilizar las exportaciones de tecnología nuclear para fomentar los intereses internacionales y regionales de los Estados Unidos» [LAVOY, 2003].²⁴ En junio de 1956 este país firmó con el gobierno de facto cubano un acuerdo intergubernamental de «cooperación bilateral», semejante a los que había concertado con otros 36 países del «mundo libre». A tenor de dicho acuerdo, se esperaba que Cuba comprara en los Estados Unidos un reactor experimental de 1 MW, un acelerador de van de Graaff, una fuente de Cobalto-60, y varios laboratorios auxiliares [CASTRO, 1990, pp. 334].²⁵

Ante la perspectiva de que la Compañía Cubana de Electricidad (norteamericana), que monopolizaba el suministro de energía eléctrica en Cuba, se animara a instalar en breve tiempo una planta núcleo-eléctrica en el país, a mediados de 1956 se organizó un curso de Introducción a la Ingeniería Nuclear para Ingenieros Electricistas, impartido por el profesor Marcelo Alonso. A fines del mismo año, se efectuó un denominado Primer Forum Nacional de Energía Nuclear, organizado por la CENC, en el que participaron como invitados seis conferenciantes nacionales y diez extranjeros. Uno de estos últimos, Director de Ingeniería Nuclear de la Ebasco Service Incorporated e Ingeniero Consultor de Energía Nuclear de la Compañía Cubana de Electricidad, dio una descripción general de la planta núcleo-eléctrica de 10,5 MW, proyectada en torno a un reactor de agua en ebullición, que dicha compañía pretendía poner en marcha a fines de 1959 [REICHLE, 1957].

Mientras esto ocurría, se exacerbaba el enfrentamiento entre las fuerzas revolucionarias y el régimen batistiano en el poder. El 2 de diciembre de 1956 llegaba por mar a las costas orientales de Cuba, una expedición de 82 combatientes dirigidos por Fidel Castro, una parte de los cuales logró hacerse fuerte en las alturas de la Sierra Maestra; entre el 23 y el 26 de diciembre del propio año, el ejército de la tiranía sacaba de sus casas y asesinaba a 23 hombres de diferentes militancias políticas. En enero de 1957 los guerrilleros de la Sierra Maestra libraba su primer combate victorioso. El 13 de marzo del propio año, hombres del Directorio Revolucionario asaltaban el palacio presidencial, acción que llevó a la muerte a muchos revolucionarios, incluido el presidente de la Federación Estudiantil Universitaria (FEU), el estudiante de Arquitectura José Antonio Echeverría.

Ocupada la Universidad de La Habana por la policía el propio día 13 de marzo, la FEU lanzó la consigna de boicotear cualquier intento de reanudar el curso académico, que en la práctica quedó interrumpido durante más de dos años, hasta poco después de la caída de la tiranía batistiana, al igual que las Universidades de Las Villas y de Oriente. Para entonces, hacía tiempo que la Compañía Cubana de Electricidad había desechado, por arriesgado y antieconómico, su antes muy anunciado proyecto de poner en funcionamiento en el país una planta núcleo-eléctrica a fines de 1959.

Lo que sí se produjo justamente el primer día de aquel año fue la llegada al poder de las fuerzas revolucionarias, que venían dispuestas a introducir los profundos cambios sociales que anhelaban las grandes mayorías del país. En tal contexto, no había de tardar mucho en implementarse una Reforma Universitaria radical que, entre otras cosas, le iba a dar un vuelco profundo a la enseñanza de la física en Cuba.

NOTAS

- 1 Significativamente, también en 1797 y en una Universidad hispanoamericana regida por los dominicos – la de Quito –, un alumno y su profesor defienden públicamente el heliocentrismo, rompiendo así un tabú de veinticinco años [ARBOLEDA y SOTO, 1991, p. 27].
- 2 Lo que no quiere decir que fuera desdeñable el conocimiento de algunos de los elementos industriales modernos que comenzaban a introducirse en la industria azucarera cubana, en particular la máquina de vapor.
- 3 Palabras de Raimundo Cabrera, presidente de la Sociedad Económica de Amigos del País cubana de 1910 a 1923, citadas por Fernando Ortiz en 1952 [ORTIZ, 1952, p. 122].
- 4 Esta información procede exclusivamente de la reseña del folleto de Niderburg que figura en las Referencias Bibliográficas de este trabajo y aparece incluida en el catálogo 36 de la casa Hesperia, de Zaragoza. Se trata, según dicha reseña, de un «curiosísimo folleto publicitario sobre la estadía cubana de un pintoresco médico de la legua, sedicente alumno de Galvani y de Volta, que instala en La Habana sus "máquinas", no sólo de aplicación del fluido galvánico, sino las sofisticadas y de propia invención: "fumigatoria" (azote del gálico) y «enjalatoria» (para la "enjalación" del ayre oxigeno, ayre fixo, gas hirógeno y gas nitroso)», ideal para las "enfermedades a que está sujeto el sexo femenino, aplicado por la parte que lo constituye)". En las actas de la Junta Ordinaria de la Real Sociedad Económica de Amigos del País del 20 de febrero de 1807 consta que Niderburg presentó a dicha corporación una «memoria acerca del Galvanismo» que dedicó a la misma, sin duda con el ánimo de que patrocinara su impresión, pero se entendió que «la Sociedad nada ganaría con aceptar tal dedicatoria [y] se acordó devolverla á su autor».
- 5 Para detalles adicionales a los que se dan en esta sección, puede consultarse con provecho el artículo de Libertad Díaz Molina en la revista *Quiipu* [1991, pp. 63-90].
- 6 Significativamente, los dos primeros tomos de esta obra estaban escritos en latín y aparecieron bajo el título *Institutiones philosophiae eclecticae ad usum studiosae iuventutis*.
- 7 Que 1816 fue el año en que se creó el gabinete de física del Seminario de San Carlos se deduce de la carta de José de la Luz y Caballero, fechada el 4 de mayo de 1832, donde, al referirse a lo que se conservaba entonces de aquel gabinete, afirma que «al cabo de diez y seis años de continuo uso, y en manos de estudiantes, aun subsisten servibles y en muy buen estado porcion de aparatos que se hicieron venir de Lóndres desde esa época, a instancias del Sr. D. Félix Varela ...». De acuerdo con la misma fuente, al año siguiente, se incorporaron a la misma colección, un telescopio refractor y tres artefactos de demostración de fenómenos astronómicos adquiridos en Londres por el obispo Espada. Por otra parte, no puede excluirse que, antes de todas estas adquisiciones en el extranjero, Varela hubiera utilizado para sus demostraciones experimentales algún que otro instrumento construido localmente – quizá con sus propias manos –, como permite suponer la mención explícita que hace Luz de la existencia en el gabinete de referencia de «[d]os espejos cóncavos plateados [...], construidos aquí en La Habana [...] para demostrar la ley de la reflexion del calórico» [LUZ Y CABALLERO, 1832, pp. 96-97, 118, 131].
- 8 Estas líneas pertenecen a la «Breve exposición del estado de los estudios de la Habana», que presentó Varela a la Dirección General de Estudios de Madrid el 14 de mayo de 1822, mientras se hallaba en la capital española en su condición de diputado a Cortes.
- 9 Estos colegios, que funcionaron durante varios decenios en La Habana provistos de amplios locales, bibliotecas y laboratorios, eran el «San Cristóbal» o «Carraguao», fundado en 1829, el «San Fernando», fundado en 1832, y el «Colegio de Humanidades». En particular, José de la Luz y Caballero, nombrado Director Literario del «Carraguao» en 1832, explicó en él un curso de física de 1834 a 1835. Para ingresar tanto a aquellos colegios como al San Carlos o a la Universidad, se exigía un certificado de «limpieza de sangre», lo que excluía de sus aulas a negros y mulatos. Por razones económicas, sólo las clases pudientes tenían la posibilidad de estudiar en estos colegios, salvo los pocos hijos de hogares pobres agraciados con alguna beca de enseñanza gratuita. Por la misma época se fundaron otros colegios privados de excelencia, tales como los denominados «Buenavista» en La Habana, «La Empresa» en Matanzas y «Santiago» en Santiago de Cuba, dirigidos respectivamente, por José Antonio Saco (en 1832), los hermanos Guiteras y Juan Bautista Sagarra [BUENAVILLA et al, 1995, pp. 36-38].
- 10 Alumno, entre 1845 y 1848, del notable químico español José Luis Casaseca, Licenciado en Ciencias (1850), Doctor en Medicina y Cirugía (1857) y experto en embalsamamientos, Antonio Caro tuvo a su cargo desde 1851, salvo durante el período 1876-1879, toda la enseñanza de la física que se impartió en la Universidad de La Habana hasta 1881, cuando, en adición a Ampliación de Física, comenzaron a explicarse las asignaturas Física Superior 1er y 2do Cursos. Manuel J. Cañizares lo sustituyó en la cátedra de Física Experimental de 1876 a 1879, cuando Caro se hizo cargo, interinamente, de la cátedra de

- Terapéutica, Materia Médica y Arte de Recetar, de la Facultad de Medicina. Caro se mantuvo durante cuarenta años como profesor de física de la Universidad de La Habana, pues falleció a fines de 1891, a la edad de 65 años [LEROY, 1979].
- 11 El texto citado continúa así: «Cuando en 1888 el Dr. Claudio André se hizo cargo de la Cátedra de Física [del Instituto de Segunda Enseñanza de La Habana], llamó la atención acerca del mal estado en que la mayor parte de aquellos [aparatos] se hallaban. Así continuaron, sin componerse ni reponerse, hasta la época del Dr. Reynoso, en que se compraron, con una parte de los derechos académicos, muchos de los que hoy contiene, se clasificaron, se colocaron en buenos anaqueles, aunque más propios para una exposición que cómodos para el uso diario de los aparatos, y se atendió con esmero á su conservación mediante el nombramiento de una persona tan inteligente como el Sr. Plácido Biosca, hoy catedrático de Física de la Universidad de La Habana, a cuya iniciativa se debió la adquisición de muchos aparatos.»
 - 12 La obra de Ganot, totalmente refundida en varias ocasiones por Georges Maneuvrier de modo que se hiciera uso de un cierto nivel matemático en las explicaciones, fue muy utilizada como texto u obra de consulta de física general en España, Francia y otros países hasta bien entrado el siglo xx. Es ilustrativo el hecho de que en la 20ª edición francesa del manual, publicada en 1887, se anuncia que la obra se ha vuelto a redactar «conforme a los programas universitarios más recientes». Sin embargo, en la traducción española de la 24ª edición, publicada en 1909 – cuyo nivel matemático es inferior –, se señala que la obra se ha redactado «conforme a los programas oficiales de segunda enseñanza».
 - 13 Por entonces, tanto los colegios privados como tres de los cuatro Institutos de Segunda Enseñanza de la Isla, considerados «peligrosos y demasiado liberales», habían sido clausurados y sólo se mantenía en precario funcionamiento el de La Habana [BUENAVILLA, 1995, pp. 56-57]. A manera de elocuente contexto, conviene recordar que no habían transcurrido siete semanas de la entrada en vigor del decreto de Valmaseda, cuando se produjo el acto más vil de represión colonial contra el estudiantado universitario, que fue el fusilamiento de ocho estudiantes de medicina, el 27 de noviembre de 1871, falsamente acusados de haber profanado la tumba de un periodista que había sido defensor a ultranza del integrista.
 - 14 Cañizares había sido nombrado catedrático supernumerario de la Facultad de Ciencias en 1871, cuando la reforma de Valmaseda. En tal capacidad había explicado, entre 1876 y 1879, tres cursos de la asignatura Ampliación de la Física Experimental, en sustitución del profesor Antonio Caro, que se había hecho cargo interinamente de una cátedra de la Facultad de Medicina en aquel tiempo [LEROY, 1979].
 - 15 Plan Fermín Lasala, en [Moreno G., 1988, pp. 391-392].
 - 16 Recuérdese que la enmienda Platt fue una disposición incluida en la ley sobre Apropiaciones del Ejército de 1901, aprobada por el Congreso de los Estados Unidos, la cual estipulaba que quedaría en manos del gobierno de este país «el control sobre los empréstitos exteriores y los tratados que pudiera efectuar Cuba, el derecho a intervenir militarmente en la Isla cuando lo considerara oportuno (lo hizo en 1906, 1912, 1917, 1920 y 1934, antes de su abolición) y la adquisición de bases carboníferas y navales del litoral cubano [como Guantánamo]» [BIBLIOTECA DE CONSULTA MICROSOFT ENCARTA 2002]. La incorporación literal del texto de la Enmienda Platt a la Constitución de la futura «República» de Cuba fue impuesta en 1901 como condición sine qua non del gobierno de los Estados Unidos para acceder al retiro de sus tropas de ocupación, con lo que el país quedaba convertido en un virtual protectorado norteamericano.
 - 17 Tanto los laboratorios como la cátedra, las aulas y demás bienes dedicados a la enseñanza de la física se trasladaron en 1916 para un nuevo edificio, gemelo de otro dedicado a la enseñanza de la química. Años después, uno y otro habían de quedar situados a ambos lados de la estatua del Alma Máter, en lo alto de la actual escalinata, que se inauguró en enero de 1928.
 - 18 «Organización del átomo y clasificación periódica» se titulaba la otra conferencia que dictó Blas Cabrera en la Universidad de La Habana. Dio una tercera conferencia, esta vez en la Institución Hispanocubana de Cultura sobre la evolución de las estrellas. En compañía de Fernando de los Ríos, Cabrera había llegado a la Habana el 6 de enero de 1923 procedente de México, donde había dictado dieciocho conferencias e intervenido en varios seminarios.
 - 19 El propio Dr. Gran se dio a la tarea de medir con precisión el valor de la aceleración de la gravedad en La Habana (Escuela de Física). Su tesis de grado para la obtención del título de Doctor en Ciencias Físico-Químicas, expedido en 1925, contiene la descripción del procedimiento utilizado al efecto y el resultado correspondiente ($978,8 \text{ cm/s}^2$), «que una comisión [norte]americana de la Smithsonian Institution repitió años más tarde con instrumentos más precisos y en mejores condiciones experimentales, hallando, dentro de los límites de los errores experimentales, el mismo valor [...]» [LEROY, 1954, p. 150].
 - 20 La ocupación militar de la Universidad se situaba en el contexto de la huelga general revolucionaria de marzo de 1935 contra la dictadura militar del entonces coronel Fulgencio Batista, que, según el profesor Gran, no sólo les había costado un procesamiento a los profesores y había paralizado las actividades

docentes, sino que había reducido «a verdaderos hambrientos a los que habían dedicado todas sus energías a la enseñanza y no a buscar un bienestar económico con el desempeño de una profesión» [GRAN, 1942].

Según el criterio de un antiguo militante revolucionario, aquélla

[f]ue una lucha heroica, en que primero se salió a derrocar la dictadura militar; y cuando no se pudo, se sostuvo en forma unida y organizada una pelea contra el militarismo, apoderado de los centros de enseñanza, para sacar a éstos de sus garras. El decoro y la dignidad estudiantil brillaron muy alto. Se negaron a pasar por las horcas caudinas de una Universidad ocupada por el ejército y unos centros de segunda enseñanza intervenidos por la policía, y se negaron también a dejar en la estacada a los profesores que habían hecho causa común con los estudiantes en la lucha antimilitarista, tanto a través de la huelga de marzo, como, sobre todo, en los años posteriores a ella [GONZÁLEZ C., 1974, pp. 496-497].

- 21 Al menos hasta mediados del siglo xx, se utilizó como texto complementario de la asignatura Física General – que se impartía a los alumnos de algunas carreras – la obra *Elementos de física general y experimental*, en dos gruesos volúmenes, que Gran había publicado en 1939-1940 para uso de los estudiantes de bachillerato. En la década de 1950, al hacerse cargo Marcelo Alonso de la enseñanza de la Física General, éste pasó a utilizar, en sustitución del texto de Gran, la obra en 4 tomos titulada *Física, curso elemental*, que había publicado para el bachillerato en 1946-1948.
- 22 Graduado de Ingeniero Civil y de Ciencias Físico-Matemáticas en la Universidad de La Habana, el Dr. Fiterre realizó, entre 1927 y 1929, estudios de posgrado en la Universidad de Lovaina y la Sorbona, donde fue testigo «del final de la lucha que desde hacía años se libraba en Francia entre los vectoriales y sus opositores». En 1937 ganó por oposición la Cátedra «O» a la que desde comienzos de la década de 1940 pertenecían las asignaturas Mecánica Racional, Complementos de Mecánica Racional, Vectores, Geometría Superior, Geometría Proyectiva y Grupos Abstractos [FITERRE, 1942].
- 23 Una obra de consulta de física teórica muy utilizada entonces era el tratado del profesor de la Universidad de Londres, W. Wilson, cuyos tres tomos aparecieron sucesivamente en 1931, 1933 y 1940.
- 24 La directiva presidencial NSC 5507/2 se apoyaba en el programa «Átomos para la Paz», lanzada por el presidente Dwight Eisenhower en el discurso que pronunció ante la Asamblea General de las Naciones Unidas en diciembre de 1953. La idea central de la iniciativa era retirar una fracción de la gran cantidad de material fisible producido con fines bélicos por la potencias nucleares y establecer con él un «banco de uranio». Aunque el programa conservaba para los norteamericanos la superioridad que tenían en cuanto a las armas nucleares, aquél se presentaba como una alternativa viable a la más radical proposición soviética de prohibir el uso y la producción de armas nucleares y la destrucción de todas las existentes. Pese a la enorme campaña de promoción internacional que se puso en marcha inmediatamente y que atrajo la simpatía general a la propuesta norteamericana, ésta no avanzó en la práctica hasta que, en agosto de 1954, se permitió vender tecnología nuclear a las empresas comerciales norteamericanas, que vieron el programa «Átomos para la Paz» como «la sombrilla bajo la cual se produciría un mercado nuclear mundial dominado por los Estados Unidos» [WEISS, 2003].
- 25 En mayo de 1957, el profesor Marcelo Alonso propuso al Rector de la Universidad de La Habana la creación de un Instituto de Estudios Nucleares, acompañado de un laboratorio que incluyera un acelerador de partículas y, posiblemente, un pequeño reactor nuclear. Pero, en vista de la erogaciones que implicaba la realización de semejante proyecto [unos \$100 000 para el laboratorio, según Alonso], la Universidad se limitó a responder que se tendría en cuenta cuando la situación económica del centro permitiera llevar a cabo dichos estudios» [UNIVERSIDAD, 1949].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTSHULER, J. (2002) «Las ciencias físicas y matemáticas en Cuba, entre 1902 y 1958». *Debates Americanos*, 12, 189-194.
- ALTSHULER, J. (2003) *A propósito de Galileo*. La Habana, Ed. Gente Nueva.
- ALTSHULER, J. y González, M. (1997) *Una luz que llegó para quedarse: Comienzos del alumbrado eléctrico y su introducción en Cuba*. La Habana, Ed. Científico-Técnica y Oficina del Historiador de la Ciudad.
- ÁLVAREZ SANDOVAL, O., SÁNCHEZ RON, J.M. y DÍAZ MARTÍN, R. (2002) *Blas Cabrera en la Institución Hispanocubana de Cultura*. La Habana, Sociedad Cubana de Historia de la Ciencia y la Tecnología.
- ARBOLEDA, L.C. y SOTO ARANGO, D. (1991) «Las teorías de Copérnico y Newton en los estudios superiores del Virreinato de Nueva Granada y en la Audiencia de Caracas. Siglo XVIII». *Quipu*, 8(1), 5-34.
- ARMAS, R. de, TORRES-CUEVAS, E. y CAIRO BALLESTER, A. (1984) *Historia de la Universidad de La Habana, v. 1: 1728-1929 y v. 2: 1930-1978*. La Habana, Ed. de Ciencias Sociales.

- BADELL PORTUONDO, E. (1955) «Derivadas parciales de los vectores unitarios en coordenadas curvilíneas ortogonales». *Revista de la Sociedad Cubana de Ciencias Físicas y Matemáticas*, 3(4), 103-108.
- BUENAVILLA, r. ET AL (1995) *Historia de la pedagogía en Cuba*. La Habana, Ed. Pueblo y Educación.
- Caballero, J.A. (1999) *Obras*. La Habana, Imagen Contemporánea.
- CASTRO DÍAZ-BALART, F. (1990) *Energía nuclear y desarrollo: Realidades y desafíos en los umbrales del siglo XXI*. La Habana, Ed. Ciencias Sociales,
- Chávez Rodríguez, J.A. (1992) *Del ideario pedagógico de José de la Luz y Caballero (1800-1862)*. La Habana, Ed. Pueblo y Educación.
- DÍAZ MOLINA, L. (1991) «La física en Cuba a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX». *Quipu*, 8(1), 63-90.
- ELY, R.T. (2001) *Cuando reinaba Su Majestad el Azúcar*. La Habana, Imagen Contemporánea.
- FITERRE, R. (1942) «Informe quinquenal». Universidad de La Habana, *Expediente administrativo n° 7818*.
- gonzález CARBAJAL, L. (1974) *El ala izquierda estudiantil y su época*. La Habana, Ed. de Ciencias Sociales.
- gonzález del valle, F. (1942) «Varela y la reforma de la enseñanza universitaria en Cuba». *Revista Bimestre Cubana*, 49(2), 199-202.
- GRAN, M.F. (1942) «Informe quinquenal». Universidad de La Habana, *Expediente administrativo n° 7838*.
- GRAN, M.F. (1945) «Félix Varela y la ciencia». En: *Vida y pensamiento de Félix Varela / Cuadernos de historia habanera 27*. La Habana, 7-28.
- LAVOY, P.R. (2003) «The enduring effects of Atoms for Peace». *Arms Control Association: Arms Control Today, Dic.*, 1-7.
- LEROY Y GÁLVEZ, L.F. (1954) «Las ciencias». En: Roig de Leuchsenring, E. (ed.), *Facetas de la vida de Cuba Republicana, 1902-1952*. La Habana, Municipio de La Habana/Oficina del Historiador de la Ciudad, 141-164.
- LEROY Y GÁLVEZ, L.F. (1954) *Breve reseña del origen y desarrollo de la química en Cuba*. La Habana, Academia de Ciencias.
- LEROY Y GÁLVEZ, L.F. (1963) *La Facultad de Ciencias de la Universidad de La Habana en el centenario de su creación*. La Habana, Universidad de La Habana.
- LEROY Y GÁLVEZ, L.F. (1976) «Aristóteles en la Universidad de la Habana». *Revista de la Biblioteca Nacional «José Martí»*, 18(1), 27-78.
- LEROY Y GÁLVEZ, L.F. (1979) *Profesores de física de la Universidad de La Habana desde su secularización en 1842 hasta Manuel F. Gran*. La Habana, Ed. Academia.
- LÓPEZ SÁNCHEZ, J. (1973) «Recepción de las ideas de Copérnico en Cuba». En: *Nicolás Copérnico, 500 Aniversario, 1473-1973*. La Habana, Museo Histórico de las Ciencias «Carlos J. Finlay», 3-16.
- LUZ Y CABALLERO, J. DE LA (1832) «Carta de 4 de mayo de 1832 al Sr. D. Justo María Vélez, Director del Colegio Seminario». *Revista Bimestre Cubana*, 2(6), 94-132.
- MARCEY, F. (1850) *Curso de física experimental (traducido de la tercera edición francesa por el bachiller D. José Manuel Mestre)*. La Habana, Imp. del Tiempo.
- Moreno Fraguas, M. (1978) *El ingenio, complejo económico social cubano del azúcar, 1*. La Habana, Ed. de Ciencias Sociales.
- MORENO GONZÁLEZ, A. (1988) *Una ciencia en cuarentena: Sobre la física en la Universidad y otras instituciones académicas desde la Ilustración hasta la crisis finisecular del XIX*. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- MUÑOZ, E. (1948) «Estudio del proceso radioactivo de los productos de desintegración del radio». *Archivo del Instituto Nacional de Hidrología y Climatología Médicas*, 2(2/Jun.), 162-170.
- NIDERBURG, N. (1807) *Cultivo del galvanismo y uso de sus virtudes por la medicina*. La Habana, Imp. de Palmer.
- ORTIZ, F. (2001) «La Sociedad Económica de Amigos del País de La Habana en la formación de la conciencia nacional de Cuba». En: *Universidad del Aire (conferencias y cursos)*. La Habana, Ed. de Ciencias Sociales, 119-141.
- PAGE, L. (1945) *Tratado de física teórica*. La Habana, Cultural, S.A.
- PLAZA, E. de la (1804) Anuncio en el *Papel Periódico de la Habana* del 26 de agosto.
- PUIG-SAMPER, M.A. y VALERO, M. (2000) *Historia del Jardín Botánico de La Habana*. Aranjuez, Eds. Doce Calles.
- REICHLE, L.F.C. (1957) «Descripción de la central núcleo-eléctrica que se instalará en Cuba». *Ingeniería Eléctrica*, 2(Abr.-Jun.), 25-28.
- RAMOS LARA, M. de la P. (1994) *Difusión e institucionalización de la mecánica newtoniana en México en el siglo XVIII*. México, D.F., Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, A.C. y Universidad Autónoma de Puebla.

- Rodríguez, j.i. (1878) *Vida del presbítero D. Félix Varela*. Nueva York, Imp. O Novo Mundo.
- SACO, J.A. (1823) *Explicación de algunos tratados de física*. La Habana, Imp. Fraternal de los Díaz de Castro.
- SIMPSON, R. (1976) «Francisco de Arango y Parreño. Sus esfuerzos en pro de la educación científica en Cuba». *Revista de la Biblioteca Nacional «José Martí»*, 18(3), 13-51.
- SIMPSON, R. (1984) *La educación superior en Cuba bajo el colonialismo español*. La Habana, Ed. de Ciencias Sociales.
- TORRES-CUEVAS, E. (1995) *Félix Varela: los orígenes de la ciencia y conciencia cubanas*. La Habana, Ed. de Ciencias Sociales.
- UNIVERSIDAD DE LA HABANA (1866) *Memoria del curso 1864-1865 y Anuario de 1865 á 1866*. La Habana, Imprenta del Gobierno y Capitanía General.
- UNIVERSIDAD DE LA HABANA (1870) *Memoria 1869-1870 y Anuario de 1869 á 1870*. La Habana, Imprenta del Gobierno y Capitanía General.
- UNIVERSIDAD DE LA HABANA (1882) *Memoria Anuario 1881-1882*. La Habana.
- UNIVERSIDAD DE LA HABANA (1902) «Expediente del Catedrático Titular de la Escuela de Ciencias, Sor. Juan Orus y Presno». *Expediente Administrativo nº 102*.
- UNIVERSIDAD DE LA HABANA (1903) *Memoria Anuario 1901-1902*. La Habana, Imprenta «Avisador Comercial».
- UNIVERSIDAD DE LA HABANA (1909) *Memoria Anuario 1907-1908*. La Habana, Cerqueda y Comp.
- UNIVERSIDAD DE LA HABANA (1916) *Memoria Anuario 1914-1915*. La Habana, Imprenta «El Siglo XX».
- UNIVERSIDAD DE LA HABANA (1937) «Expediente del profesor Eudaldo Muñoz Jústiz». *Expediente Administrativo nº 7,856*.
- UNIVERSIDAD DE LA HABANA (1939) Catálogo General y *Memoria 1937-1938*. La Habana.
- UNIVERSIDAD DE LA HABANA (1949) «Expediente del profesor Marcelino Alonso Roca». *Expediente Administrativo nº 9,056*.
- VALDÉS CASTRO, C. (2000) «La primera publicación periódica cubana de ciencias físico-matemáticas (1942-1959): Noticias y consideraciones». *Llull*, 23(47), 451-468.
- VARELA, F. (1820) *Lecciones de filosofía, 4*. La Habana, Imp. de Palmer é hijo.
- VARONA, E.J. (1999) *Enrique José Varona – Política y Sociedad*. La Habana, Ed. de Ciencias Sociales.
- Vélez, J. (1832) «Carta de 18 de mayo de 1832 al Editor». *Revista Bimestre Cubana*, 2(6), 93-94.
- WEISS, J. (2003) «Atoms for Peace». *Bulletin of the Atomic Scientists*, 59(6): 34-41, 44.
- ZAMBRANA, A. (1861) *Memoria del Sr. D. Antonio Zambrana, dando cuenta de los actos de su administración durante el período de su Rectorado*. La Habana.

*El despegue de la física en Cuba desde 1959 hasta la década de los setenta:
un enfoque abarcador*

Baracca A.^{}, Fajer V.^{**} y Henríquez B.^{***}*

^{*} Departamento de Física, Universidad de Florencia, Italia

^{**} Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear.

^{***} CUBAENERGIA.

RESUMEN

El desarrollo de la Física en Cuba en las últimas cuatro décadas constituye un caso de gran interés. El nivel de partida, antes del triunfo de la Revolución, era muy bajo, pero en un tiempo muy corto de aproximadamente 15 años, la educación superior y la investigación científica alcanzó elevados estándares. El porcentaje de graduados universitarios es actualmente superior al de muchos países desarrollados y el estándar de su nivel profesional es realmente bueno. Este rápido progreso ha sido posible por el esfuerzo del pueblo cubano y el Gobierno Revolucionario, guiados por la convicción de que el desarrollo técnico y científico era necesario para el desarrollo del País. Es de destacar que la ayuda y apoyo que la extinta Unión Soviética brindó jugó un rol muy importante, sin embargo muchos físicos y algunas instituciones de países occidentales dieron un apoyo valioso y concreto, principalmente en el despegue y desarrollos recientes de la investigación científica. A mediados del 70, donde nuestra reconstrucción histórica se detiene por el momento, el sistema científico cubano alcanzó una estructura estable y pudo continuar hacia su maduración.

ABSTRACT

The development of physics in Cuba in the last four decades represents a very interesting case. The starting level, before the victory of the Revolution, was quite low, but in a very short time of about 15 years high education and scientific research had reached notable standards. The percentage of graduate people is actually higher than in many developed countries, and the standard of their professional level is quite good. Such a quick progress was made possible by the efforts of the Cuban people and the revolutionary government, rooted in the consciousness that the technical and scientific development was necessary for the development of the country. However help and support by the Soviet Union has played a very important role, a lot of physicists and institutions of the "western" countries have given a concrete and valuable support, mainly to the take-off and early developments of scientific research. At the mid of the seventies – where our historical reconstruction stops at the moment – the Cuban scientific system had reached a stable structure and could proceed toward its maturity.

UN PROCESO ORIGINAL

El físico extranjero que visite a Cuba puede darse cuenta del nivel de la enseñanza y la investigación en sus instituciones de educación superior y la cantidad de centros de investigación científica calificados. Como consecuencia de una clara política del gobierno revolucionario, fundada en el carácter gratuito de la instrucción, el porcentaje de licenciados universitarios entre la población cubana está entre los más altos del mundo. Es interesante pues preguntarse cuál fue el proceso que llevó a este desarrollo de la física en Cuba, y el tiempo en que ocurrió.

En el año 1959, no existían en el país actividades que merecieran el nombre de investigación científica en física, pero estas se desarrollaron y alcanzaron un buen nivel en un periodo muy breve, de unos 15 años. Podría pensarse que esto fue consecuencia de las relaciones y la ayuda de la Unión Soviética y los antiguos países socialistas de Europa Oriental: en efecto, este aporte fue decisivo (tanto en forma directa, como en la formación de físicos cubanos en la URSS) en este desarrollo, pero es fácil convencerse de que el proceso ha sido más complejo y el resultado más original. En efecto no se pueden subvalorar las contribuciones de físicos e instituciones de varios países occidentales a la actualización de la enseñanza y al desarrollo de la investigación científica en Cuba; hasta donde la homogeneidad de la organización y de los enfoques científicos los permiten, Cuba presenta rasgos de una Escuela Nacional original.

El problema adquiere de hecho un sentido y una relevancia más generales en relación con lo que sucede en los demás países subdesarrollados. El desarrollo científico-técnico es uno de los retos para el "desarrollo", por lo menos en la medida en que este término se concibe en el sentido tradicional, o sea, relacionado con el modelo de los países "desarrollados". Sin embargo, en este mismo sentido Cuba podría también dar lugar a reflexiones interesantes. América Latina, por ejemplo, tiene una estructura científica distinta [Gálvez, 1986], con centros de investigación avanzados: pero en muchos casos desarrollan más investigaciones teóricas, no suelen estar relacionados con las necesidades del desarrollo económico del país, y su nivel no es comparable con el de las demás instituciones de educación superior del mismo país. Cuba representa un caso singular, aun más por el porcentaje excepcional de licenciados en la población y el estándar elevado de preparación de éstos.

El presente artículo reconstruye las principales etapas de este proceso en las décadas de los 1960 y 1970, en que el sistema científico del país se forjó [Baracca, 1999, y Baracca, 2001]. Muchas de las informaciones que hemos recogido proceden de entrevistas con colegas: donde se considera necesario, se indica con el símbolo "Entr." entre paréntesis.

LOS ANTECEDENTES Y LA SITUACIÓN INICIAL

Un análisis de los primeros pasos de la física en Cuba sale de los límites de este artículo [Altshuler, 2001]. A partir de la primera renovación de la enseñanza científica de la física introducida por el Padre Félix Varela (1787-1853), la evolución de la enseñanza en la Real Universidad de La Habana (secularizada en 1843) resultó bastante lenta durante todo el siglo XIX, ni cambió mucho después de la guerra de independencia. A comienzo del siglo XX Enrique José Varona reorganizó las enseñanzas media y superior, pero no mejoró la enseñanza de la ciencias. La situación empezó a cambiar en la década de los veinte, en el contexto de los fermentos sociales y estudiantiles que

llevaron a derribar la dictadura de Machado. La enseñanza de la física en la Universidad de La Habana (UH) fue notablemente renovada y modernizada por Manuel F. Gran (1893-1962) [Leroy, 1979]. A pesar de su esfuerzo renovador, y de los aportes importantes de E. Badell (1895-1947) y M. A. Maseda (1902-1957) con la introducción del curso de Física Teórica, las carreras de Ciencias Físico-Matemáticas y Ciencias Físico-Químicas de la UH (como, a partir de 1956, las de la Universidad de Oriente, UO, fundada en 1947 [Baracca y Méndez, 2001]) quedaron orientadas principalmente a la formación de profesores de secundaria, no proporcionaban ningún conocimiento de Física Moderna, y sobre todo sufrieron de la falta de todo tipo de investigación científica. Los recursos eran extremadamente limitados. Marcelo Alonso fue el físico cubano más actualizado en los años cincuenta, y el que más intercambios tuvo con los EE.UU. [Alonso, Expedientes]: el fue autor de un buen texto de Física Atómica [Alonso, 1958], sin duda el primero en el País, e inició algunas actividades de física nuclear.

A finales de noviembre de 1956 el Consejo Universitario suspendió las actividades en las Universidades frente a la brutalidad de la represión policiaca contra los estudiantes. La matrícula en las tres universidades estatales apenas rebasaba los 15.000 estudiantes; las carreras de humanidades predominaban en detrimento de las científicas. Entre 1959-1960 y 1970-1971 la matrícula en las universidades creció en 10 mil estudiantes, mientras que en los siguientes 10 años el crecimiento fue de 155.000 [Ministerio Educación, 1997, p. 14].

DIFICULTADES Y ESFUERZOS INICIALES, HASTA LA REFORMA UNIVERSITARIA DE 1962

La UH reabrió sus puertas en enero de 1959. El Gobierno Revolucionario declaró el carácter gratuito y democrático de la educación, y se desarrolló un debate muy fuerte sobre la reorganización de la universidad, que desencadenó un proceso muy movido que llevó a la Reforma Universitaria de 1962. Fidel Castro, en varios discursos, declaró la importancia del desarrollo de las ciencias para el futuro del País. La conciencia de la necesidad de un sistema moderno de educación y de investigación científica relacionado con el desarrollo de la Nación fue claro desde el comienzo, y se desarrolló un fuerte debate, pero las dificultades eran enormes [De Armas, Torres-Cuevas, Cairo Ballester, 1984].

La Escuela de Ingeniería de la UH fue la primera que se enfrentó con problemas urgentes y con la necesidad de actualizar sus planes de estudios. Faltaba personal especializado para establecer un sistema autónomo de comunicaciones internacionales [Altshuler, 1997-b]: reclutando estudiantes de Ingeniería Eléctrica se instaló en un tiempo record una radio emisora, en abril de 1961, antes de los sucesos de Playa Girón. El estudiantado de la Escuela de Ingeniería pidió una reforma de la enseñanza, pero sólo después de luchas contra la oposición de los profesores se introdujeron de forma autónoma los nuevos planes de estudios [Altshuler, 1989], que incorporaban la rama de telecomunicaciones y contenían estudios especializados, pero insistía también en la preparación físico-matemática básica. Su introducción en el curso 1960-61 chocó con la escasez de profesores calificados (Gran fue nombrado embajador en París, y falleció poco después) y de textos adecuados para las asignaturas de Física 1, 2, 3 y 4. La solución fue muy interesante [Altshuler, 1994]: se fijó la extensión y el nivel de cada tema, se buscaron textos diversos adecuados (los de Sears y Zemansky) y se reprodujeron los capítulos correspondientes. Dada la escasez de profesores

se llamaron a los pocos graduados que tenían conocimientos apropiados, los mejores alumnos de los años superiores y profesores de bachillerato, no pocos encontraron grandes dificultades.

El movimiento en pro de la Reforma llegó en la Facultad de Ciencias de la UH más tarde que en Ingeniería [Altshuler, 1997]. Sin embargo, la carencia de recursos para la enseñanza de la física se manifestó como una limitación muy grave. Alonso intentó sin éxito importar de los EE.UU. equipos que quedaban de las investigaciones sobre la bomba atómica; él introdujo algunas mejoras y nuevas prácticas en los laboratorios, y algunas tesis de grado de física moderna [Entr. Durán]. Al ser enviado a finales de 1959 como Asesor Científico por la OEA [Boletín, 1959, p. 264; 1960, pp. 1258 y 1275], no regresó a Cuba y se quedó en los EE.UU.. Muy pocos fueron los profesores que se quedaron en Cuba. Para reformar la docencia se examinaron modelos de universidades occidentales.

Un paso muy importante fue la promulgación en 1962 de la Ley de la *Reforma de la Enseñanza Superior en Cuba* [Reforma Universitaria, 1962], en la que, entre otras cosas, se expresaba una fuerte preocupación por el desarrollo de la investigación científica: “Estrechamente ligado con la formación de científicos está el trabajo de éstos en la investigación”; se establecía así “la concepción del departamento – y no cátedra – como base de la estructura universitaria en cuanto se refiere a la docencia y a la investigación”.

En 1962 se creó la *Academia de Ciencias de Cuba* (ACC), con el propósito de desarrollar la investigación científica en el País.

CREACIÓN Y PRIMEROS PASOS DE LA ESCUELA DE FÍSICA DE LA UH (1961–1965)

En diciembre de 1961 se creó en la UH la *Escuela de Física* (EF); en las palabras de su primer director, R. Martí: “... toda la nueva Escuela de Física cabía en la maleta del Director, las *condiciones iniciales* eran pésimas. No había ni equipos de laboratorio, ni profesores, ni alumnos bien preparados, ni instalaciones e inmuebles adecuados” [Memorando, 1962]. Por falta de docentes se utilizaron alumnos del cuarto año como auxiliares de laboratorio. Se crearon laboratorios y talleres. Sin embargo los estudiantes dispusieron de los textos occidentales actualizados que, debido al bloqueo económico, se reproducían en las “Ediciones Revolucionarias” y se entregaban de forma gratuita a pesar de sus altos precios en el mercado internacional. Con los pocos recursos disponibles se trató de orientar la carrera “hacia las concepciones modernas de la Física, que son las de investigación y no las de la enseñanza” [Memorando, 1962]. El esfuerzo para dar a la Escuela una estructura estable no pudo lograr el resultado esperado hasta el final de la década, pero se lograron algunos resultados preliminares importantes. Dos factores tuvieron gran importancia en este sentido.

En primer lugar, en 1960 salieron de Cuba los primeros becarios para formarse en la URSS: algunos estudiaron Física en la Universidad de Amistad con los Pueblos “Patricio Lumumba” y en la Universidad Estatal “Lomonosov” de Moscú. Seis, enviados expresamente por Ernesto “Che” Guevara, salieron para estudiar Ingeniería, pero cambiaron su carrera por Física [Entr. Cerdeira]. En los años siguientes se comenzó a enviar estudiantes por miles cada año a los países socialistas, fundamentalmente a la URSS.

Un segundo factor tuvo una relevancia inmediata: la presencia de muchos profesores extranjeros, en parte soviéticos, pero también de muchos otros países “occidentales”. A partir del

año 1961-1962 muchas asignaturas fueron impartidas por profesores occidentales, de muchas nacionalidades [Memorando,1962]. Algunos se quedaron en Cuba un tiempo limitado, impartiendo un curso (entre otros, Amanda Blanco, Marshall, Bourret, Barouch, Cernagora, etc), otros se quedaron varios años: el francés Monet contribuyó a desarrollar un buen laboratorio de electrónica [Monet-Descombey, 1963]. En 1962 llegaron la argentina Dina Waisman y el norteamericano Theodore Velfort, quienes hasta 1968 impartieron los cursos de física del estado sólido, organizaron el taller y desarrollaron las primeras actividades de investigación en la producción de componentes semiconductores [Velfort, 1998]. Velfort adquirió un horno de crecimiento de cristales. La Academia de Ciencias propició una visita de dos meses en noviembre de 1964 de Velfort y Waisman al Instituto Ioffe de Semiconductores de Leningrado, donde ellos lograron información, bibliografía y el envío de material básico para montar el laboratorio: pero la colaboración no cristalizó por divergencias institucionales entre la UH y la Academia de Ciencias. Otros equipos fueron comprados y adquiridos con muchas dificultades, y se desarrollaron así las primeras actividades de investigación.

Mientras tanto, se venían desarrollando otras actividades de docencia y de asesoramiento. Muchos físicos soviéticos dieron importantes aportes sobre todo en la enseñanza. Grishin y su esposa se quedaron varios años organizando las actividades en física nuclear [Entr. Fuentes]. Pero en los primeros pasos de la investigación en la microelectrónica la contribución de los físicos occidentales fue más relevante. Además, en esta fase los lineamientos de estructurar el plan de estudios se conformaron a modelos esencialmente estadounidenses.

La EF de la UH se estructuró inicialmente en *Departamentos de Enseñanza e Investigación*; éstos fueron los siguientes: Física del Estado Sólido, Física General, Física Teórica; aunque no oficializado, había un Departamento de Física Nuclear (Entr. Cimino), que recogía los recursos dejados por Alonso. El desarrollo de las actividades de investigación fue una constante preocupación de las autoridades académicas [Altshuler, 1963; Ventura Montes, 1963].

Hubo varias contradicciones entre un cuerpo docente que mantenía una actitud mas académica (varios salieron del País posteriormente) y los estudiantes más compenetrados en el desarrollo de la Revolución.

LA ESCUELA DE FISICA EN LA SEGUNDA MITAD DE LOS SESENTA Y EN LOS SETENTA

Alrededor de la mitad de los años sesenta la Escuela sufrió una etapa de crisis: varios profesores abandonaron el País. La voluntad de lograr una estructura estable era muy fuerte: en 1965 se realizó una nueva reforma de los planes de estudios. Un factor decisivo resultó el regreso en el año 1966 de los primeros licenciados en la URSS, quienes se incorporaron a la Escuela gracias a la gestión muy activa del Director, Hugo Pérez. Estos jóvenes, junto con los pocos graduados nacionales en ese momento, fueron los pioneros de la Escuela en su versión actual y produjeron un cambio cualitativo: no obstante algunas contradicciones (la universidad estaba todavía codirigida en parte por los estudiantes, quienes tenían su propuesta, obviamente distinta del sistema soviético), se introdujo un plan de estudios semejante al de la Universidad de Moscú y se completó el cuadro profesoral con algunos graduados nacionales. El papel de los profesores en la Escuela se consolidó, adoptando los alumnos su papel de estudiantes y de apoyo a las actividades

docentes y de investigación. Se logró un buen nivel de los laboratorios docentes y se desarrollaron los talleres.

Hasta 1968 siguieron visitando la Escuela varios físicos "occidentales". Veltfort y Waisman lograron construir el primer diodo de germanio en los laboratorios de la Facultad de Física de la UH [Crespo, 1968]. Entre los físicos occidentales, hace falta recordar el físico del estado sólido italiano Andrea Levaldi [Waisman, 1968; Entr. Fieschi, Kleiber]: profesor de la Universidad de Parma, él llegó a La Habana en noviembre de 1968, aunque enfermo de cáncer, con el propósito de establecer una colaboración estable, y aquí falleció un mes más tarde impartiendo un curso [Levaldi, 1968]. Sus colegas de Parma promovieron una "Beca Levaldi", y desde entonces unos veinte físicos cubanos han podido superarse en aquella Universidad y el MASPEC, con una colaboración muy fructífera que todavía continúa. Hace falta subrayar que la preparación de los físicos cubanos que desde 1968 visitaron Parma ya resultaba buena, y les permitió incorporarse en la investigación [Entr. Leccabue]. En 1969 se firmó también un acuerdo de colaboración con Orsay.

En 1970 se graduaron muchos estudiantes en la UH (más la graduación de los primeros 20 físicos en la UO: [Baracca, Méndez, 2001], que completaron la base profesoral de la Escuela (logrando que toda la enseñanza se impartiera por graduados) y de otras áreas [Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría (ISPJAE) – entonces todavía CUJAE, perteneciente a la UH – donde se formaban los ingenieros; Instituto Técnico Militar (ITM); Instituto Superior Pedagógico Enrique J. Varona (ISPEJV), etc]. Se logró así una "masa crítica" de físicos de buen nivel, que permitió realmente impulsar las actividades de investigación en varias ramas [Entr. Cerdeira].

Es preciso mencionar el hecho de que, con el gran esfuerzo que se hizo en este sentido, se abrió un debate muy fuerte sobre el tipo de física que era oportuno desarrollar en la Escuela, en conexión con las necesidades del País, que desembocó en la elección de la física del estado sólido. Al final de esa década, con el nacimiento del Instituto de Física Nuclear (IFN), las actividades en esa rama que se habían impulsado en la Escuela se extinguieron (véase más adelante).

Otros eventos contribuyeron al desarrollo y la elección de las líneas de trabajo de la física en Cuba. En enero de 1968 se celebró el *Congreso Cultural de La Habana*, en el que participaron varios físicos franceses (J. P. Vígier) e italianos (D. Ainati., R. Fieschi, B. Vitale). En una discusión sobre el desarrollo de la física, teniendo en cuenta las posibilidades y las necesidades del País, ellos entregaron un documento en que desaconsejaban la actividad en partículas elementales y sugerían desarrollar la física del estado sólido [Entr. Amaldi, Fieschi, Vitale].

Nació allí la idea de promover las *Escuelas de Verano*, que los físicos franceses e italianos organizaron en los cinco años siguientes: se desarrollaron en varias disciplinas y tuvieron gran éxito, con la participación (en 1970) de hasta 172 profesores de varios países y más de mil alumnos cubanos [Vida, 1970; Universidad, 1972]. Un papel notable jugaron los físicos franceses (C. Weisbuch, G. Lampel, J. M. Debever, B. Cocqblin, J. Cernagora, J. F. Jaquinot, J. Pollard, J.P. Pinceaux, J. P. Cervanl, D. Bois, entre otros) quienes, además de impartir cursos de física de materiales y dispositivos electrónicos, trajeron aparatos y materiales, y tuvieron una influencia importante en el desarrollo de la investigación en esta rama en Cuba. Se consiguió información científico-técnica, se facilitó la recepción de físicos cubanos para entrenamientos en laboratorios

de Francia, se lograron equipos con recursos cubanos burlando el bloqueo³⁶. Los italianos (Vitale, Preziosi, entre otros) en 1970 y en 1971 trajeron material y proyectos didácticos.

Mientras tanto, en 1969 se dio un cambio importante en la UH, suprimiendo la estructura departamental precedente e introduciendo una doble organización, que difería de todas las de Educación Superior en Cuba, de *Grupos de Investigación* y *Secciones Docentes* efectivamente esto dio un impulso a la investigación. Se formaron los grupos de Dispositivos Semiconductores, Crecimiento de Cristales, Metales (posteriormente desaparecieron) y más tarde el de Física Teórica (cuya creación fue muy discutida porque se quería promover preferentemente la investigación experimental y aplicada, evitando una mayoría de físicos teóricos, como se daba en otros países subdesarrollados).

Al final de la década de los sesenta empezaron a fortalecerse también los intercambios con la URSS: se desarrolló la colaboración con la Universidad de Moscú y el Instituto Ioffe de Leningrado, que antes no había cristalizado. Al comienzo de la década de los setenta se empezaron a defender Maestrías en Cuba (unas 30 en la década) y salieron los primeros físicos a doctorarse en la URSS.

En el año 1974 se había creado realmente un fuerte Instituto de investigación y docencia en la Física, con un fuerte perfil aplicado, pero con buenas bases teóricas: era uno de los centros prominentes en América Latina y tenía una trayectoria ascendente [Entr. Cerdeira].

LA INVESTIGACIÓN EN ELECTRÓNICA Y MICROELECTRÓNICA

La actividad en la microelectrónica que se desarrolló en la EF y en la Facultad de Ingeniería representó el primer caso de investigación aplicada de alta envergadura, con una fuerte vinculación al proyecto de desarrollar esta producción a nivel industrial y de hacer del País un líder en América Latina y en el mercado del CAME. En 1969 se fabricaron diodos y transistores de germanio por aleación.

Un factor muy importante fue el intercambio entre los físicos de la EF y los especialistas franceses en las Escuelas de Verano, que indujo el paso del germanio a la tecnología planar en silicio. En 1970 se creó el *Laboratorio de Tecnología Planar*: las facilidades de trabajo se fabricaron en gran parte en los talleres de la Escuela [Entr. Cerdeira].

En 1969 se creó también en la Escuela de Ingeniería Eléctrica del ISPJAE un *Centro de Investigación en Microelectrónica* (CIME), con un plan de trabajo paralelo al de la EF: no es fácil juzgar el efecto de esta elección, por un lado causó contradicciones, pero la competencia resultó también un incentivo. Fidel Castro visitó el centro y suministró un sistema completo para fabricar equipos.

Los resultados fueron relevantes: se fabricaron dispositivos de silicio, hasta mediada integración (transistores MOS canal P y N, circuitos integrados MOS canal P, tetrodos MOS y celdas solares); se realizaron estudios básicos y se publicaron varios trabajos en revistas cubanas (no se planteaba en aquella época la publicación en revistas internacionales). Se llegó a realizar una planta piloto. Al final de la década de los setenta un plan de la UNESCO establecía una colaboración muy fructífera entre el CIME y la Universidad de Toronto, que contribuyó a la formación del personal. En un tiempo muy breve se había logrado un óptimo nivel internacional, entre los más altos en América Latina y entre los mismos países socialistas, con la sola ayuda de los

franceses en los materiales, y sin conexiones en esta rama con la URSS [Entr. Cerdeira]. En efecto la colaboración con el "Toffe" se desarrolló en los años siguientes. Mientras tanto había nacido el proyecto de realizar una planta de producción de dispositivos: una comisión visitó varios países de Europa Occidental y al final se adquirió una tecnología española. En realidad la fábrica nunca funcionó. Al final de la década se tomó la decisión de concluir esta actividad en la EF, trasladándola al CIME. Los especialistas pasaron a otros centros. La actividad de investigación en la electrónica decayó considerablemente.

Con los sucesivos desarrollos vertiginosos de la microelectrónica de alta integración, los esfuerzos de un país subdesarrollado en esta rama estaban destinados a fracasar: pero en la década de los setenta varios países vieron en esta rama la posibilidad de reducir el "gap" o atraso tecnológico. El despegue de la física en Cuba desde 1959 hasta la década de los setenta se destaca por su concepción general y su fuerte programación.

LA FÍSICA NUCLEAR DURANTE LA ETAPA: DEL IFN AL ININ

Hemos discutido los primeros pasos en la EF de la UH. En 1966 fue creado en la ACC un *Grupo de Energía Nuclear* [Estado, 1976], que coordinó con la URSS la donación de equipos y la construcción del futuro IFN. En 1968 el Presidente Fidel Castro planteó la necesidad de desarrollar la energía nuclear en Cuba. Se definió el objetivo de crear en el país una base técnico científica para desarrollar actividades nucleares, y entre finales de 1968 y 1969 se dieron los primeros pasos para desarrollar la física nuclear. La culminación de estas actividades fue la creación en enero de 1969 del *Instituto de Física Nuclear* (IFN) de la ACC en Managua, dedicado principalmente a la formación y a la actividad docente; se incorporaron al IFN, 11 graduados cubanos especializados en la Universidad Estatal de Moscú asesorados por especialistas soviéticos [Estado, 1976]. El personal del centro [Estado, 1976] pasó de los 28 trabajadores iniciales (entre graduados universitarios, técnicos medios y personal administrativo) a 82 en 1971, a 113 en 1972, distribuidos en seis Departamentos: Reactores Nucleares, Radioquímica, Dosimetría y Protección Radiológica, Ingeniería, Técnicas Nucleares de Investigación, y Administración.

Las condiciones iniciales fueron difíciles: se generó un conjunto de cursos de pregrado y postgrado que garantizaron la formación de especialistas. Entre 1971 y 1973 se inició un proyecto de investigación para el análisis de activación neutrónica en metalurgia y otros campos, y la construcción de un reactor subcrítico Uranio-Grafito, con 41 trabajos científico-técnicos y la defensa de 11 tesis de grado para el nivel de Maestro en Ciencias.

A principio de 1974 el centro pasó a llamarse *Instituto de Investigaciones Nucleares* (ININ) y se organizó la Primera Jornada Científica del ININ, donde se presentaron 106 trabajos científicos de especialistas del centro y de otros organismos nacionales de temas afines a la rama nuclear; fueron defendidas 10 tesis para Maestro en Ciencias. En el ININ nació también un Grupo de Física Nuclear Teórica. A pesar de planes de colaboración con el Comité Estatal de Energía Atómica de la URSS y con el Instituto Unido de Investigaciones Nucleares (DUBNA), en 1976 se lamentaban "las serias dificultades que el ININ ha encontrado hasta aquí debido a la carencia de recursos materiales", planteándose que "con los planes de abastecimiento y el apoyo del PNUD el instituto pueda completar en gran medida el equipamiento básico para su desarrollo en el quinquenio" [Estado, 1976, p. 53]. El ININ contaba con un servicio de biblioteca especializada y con

instalaciones e instrumentos básicos, como un reactor subcrítico, detectores de neutrones y radiación gamma, instalaciones radioquímicas (que dieron lugar a los primeros trabajos de empleo de radioisótopos), fuentes de radiación gamma de baja y media actividad, analizadores para las mediciones espectrométricas. Todos los instrumentos, detectores y fuentes radioactivas fueron de procedencia soviética; por su aporte al desarrollo posterior de la instrumentación en el País vale destacar el laboratorio de electrónica nuclear, dirigido por José L Díaz Morera, quien posteriormente fundó el Buró Especial para la Construcción de Instrumentos Científicos con Producción Adjunta (BECICPA).

Las líneas fundamentales de trabajo fueron las siguientes: cálculo de reactores nucleares, diseño de reactores VVER producidos en Europa Oriental (con el Colectivo Internacional de Hungría), determinación de la eficiencia de centelleantes orgánicos (que fue solicitado por el Oak Ridge National Laboratory para su utilización), radioquímica, electrónica nuclear, espectroscopia Mossbauer, física de neutrones, análisis de minerales, agrofísica nuclear, espectrómetros de neutrones rápidos, métodos de medición absoluta de fuentes de neutrones. Los trabajos dentro de la Electrónica Nuclear dieron lugar a un conjunto de instrumentos conocidos como la cadena nuclear, integrada por pre-amplificadores, contadores y fuentes de bajo y alto voltaje. Dentro de la Dosimetría se desarrolló la dosimetría fílmica para el control individual, el control a través de dosímetros individuales Geiger-Müller, y se elaboraron los dosímetros y normas para el establecimiento de la protección radiológica en todas las instalaciones del Instituto y la evacuación de residuos radioactivos.

Las actividades en la física nuclear no se limitaron al IFN-ININ. En el CNIC se desarrollaron técnicas de análisis nuclear, y se realizaron contadores, discriminadores, módulos nucleares de alto y bajo voltaje, instrumentos de prospección petrolera, y en el Laboratorio Radioisotópico Industrial (LRI) técnicas nucleares de análisis y los primeros desarrollos y aplicaciones autóctonos en Cuba de los Instrumentos Nucleónicos. El Instituto Oncológico desarrolló actividades en fuentes de radiación de altas dosis gamma para la terapia del cáncer, dosimetría fílmica, sistemas de protección radiológica. También el Centro de Investigación Energética llevó investigaciones en física nuclear. En la UO se desarrolló la física nuclear aplicada (Baracca y Méndez, 2001).

LAS ACTIVIDADES EN GEOFÍSICA, ASTRONOMÍA Y METEOROLOGÍA EN LA ACC

En 1962 se formó el *Grupo de Trabajo de Meteorología y Astronomía* de la ACC, y en 1963 un pequeño grupo en Geofísica [Historial]. En 1964 se inauguró el Departamento de Geofísica de la ACC. En 1965 se realizó el levantamiento Magnético de Cuba con ayuda de especialistas soviéticos. Las actividades astronómicas comenzaron a desarrollarse realmente en el año 1964, con la constitución de un Grupo de Astronomía, e inició la colaboración con la Academia de Ciencias de la URSS, para la formación de los técnicos que integraran la primera estación de Rastreo Visual de Satélites Artificiales.

En 1965 la sección de Astronomía del Observatorio Nacional fue incorporada a la ACC y se constituyeron el *Instituto de Meteorología* y el *Grupo de Astronomía*, que adquirió categoría de *Departamento* al año siguiente [Doval, 1991].

En el año 1966 iniciaron el programa de colaboración internacional INTERCOSMOS con la participación de Cuba, y una colaboración con el Observatorio de Púlkovo, en Leningrado, en el

campo de la Radioastronomía Solar. En 1967 se inauguró la estación de Rastreo de Satélites en el Cacahual, Santiago de las Vegas. En 1969 Cuba ingresó en la Unión Astronómica Internacional. En 1970 especialistas soviéticos instalaron mediante colaboración los primeros radiotelescopios y se realizó la primera observación de un eclipse de Sol en varias bandas, creándose el *Instituto de Astronomía*.

El Grupo de Astronomía y Meteorología creado en la ACC en 1964 fue el punto de partida del desarrollo de la meteorología. Se instalaron 60 nuevas estaciones con instrumentos donados por la URSS y otros países del campo socialista, y en 1965 se fundó el *Instituto de Meteorología* en la ACC. Comenzó a estructurarse una extensa red de estaciones meteorológicas en todo el país, y en la aplicación de los satélites meteorológicos Cuba recibió de la URSS una estación rastreadora y captó la primera foto en marzo de 1969; Cuba participó desde 1964 en el grupo de trabajo permanente de Meteorología Cósmica del citado organismo [Ortiz, 1987].

En 1972 el Departamento de Geofísica pasó a ser *Instituto*, cuyas líneas fundamentales eran [Historial]: investigaciones sismológicas, investigaciones de las Relaciones Sol-Tierra, propagación de ondas cortas de radio, investigaciones de Geofísica Aplicada.

El Instituto de Astronomía dio inicio en 1972 a la Astronomía Óptica con las observaciones fotográficas de las manchas solares y a una colaboración con el Observatorio Astrofísico de Crimea, instalándose en el Instituto un radiotelescopio solar. En 1973 una segunda expedición integrada por 15 radioastrónomos soviéticos observó desde Santiago de Cuba el eclipse parcial de Sol.

En 1974 se fusionaron los entonces Instituto de Geofísica e Instituto de Astronomía de la ACC para crear el actual *Instituto de Geofísica y Astronomía* (IGA), con un personal de 130 trabajadores; las líneas fundamentales de investigación fueron [Historial] el estudio del Sol, la magnetosfera y la ionosfera, y de los procesos físicos endógenos y de la estructura profunda del archipiélago cubano. En estas direcciones se realizaron investigaciones vinculadas a la Economía del País, en cuanto a las comunicaciones y su mejoramiento y a la determinación del riesgo sísmico, la elaboración de mapas magnéticos, gravimétricos, etc.

En 1970 la Organización Meteorológica Mundial aprobó una solicitud para la ejecución de un proyecto de extensión y mejoramiento del Servicio Meteorológico en Cuba a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) [Ortiz,1987]: se establecieron nuevas estaciones de radares de largo alcance, estaciones sinópticas, climatológicas y de agrometeorología con equipos de alta calidad, se crearon nuevos departamentos y se desarrollaron nuevos estudios, con el asesoramiento de especialistas soviéticos y de los demás países del campo socialista.

Con relación a la aplicación de los satélites meteorológicos, en 1974 se utilizaron los satélites de la serie NOAA, los cuales brindaban imágenes en el espectro visible e infrarrojo que permitían obtener una visión de los fenómenos atmosféricos, con sus áreas nubosas [Ortiz, 1987]: este último equipo rastreador fue donado a Cuba por la RDA.

LA ÓPTICA Y LA FÍSICA MÉDICA

En la Facultad de Física de la Universidad de La Habana también se iniciaron algunos trabajos en Óptica. Se realizaron a partir de 1968 trabajos de caracterización óptica de semiconductores, análisis espectral, fotoluminiscencia e interferometría. Se realizaron mediciones de impurezas en

semiconductores por métodos ópticos. Se comienza el desarrollo de la optoelectrónica después de 1970 y se realizan tesis de maestría sobre los primeros diodos emisores de luz.

La Cátedra de Física del Instituto Técnico Militar (ITM) [Entr. Darías] que comenzó sus trabajos investigativos en el año 1968 realizó trabajos en el desarrollo de láseres gaseosos, lo que dio lugar a la aparición del primer láser de CO₂ diseñado y construido en Cuba por un colectivo dirigido por Miguel A. García. En la mencionada cátedra se realizaron trabajos de holografía y de comunicaciones ópticas. Se trabajó en moduladores de interrupción (Q-switching) empleando dispositivos electro-ópticos con neobato de litio y magneto-ópticos con molibdato de Plomo. Se realizaron adicionalmente investigaciones sobre reconocimiento multispectral. El trabajo de esta cátedra realizó un significativo aporte al desarrollo de la Óptica en Cuba.

La creación del Departamento de Óptica y Espectroscopia en la UO después del año 1970, dio un fuerte impulso al desarrollo de técnicas ópticas de medición [Baracca y Méndez, 2001]. Las investigaciones en espectroscopia se desarrollaron en conexión con la industria del níquel, con técnicas de emisión y absorción atómica, según 2 líneas de trabajo: directamente sobre el producto de la planta orientadas por M. Catusus y sobre las lateritas orientadas por J. Ricardo.

Desde inicios de la década de los 60, un pequeño grupo de físicos comenzó a trabajar en el Instituto Nacional de Oncología de la Habana, principalmente vinculados a la planificación y dosimetría de tratamientos de radioterapia. Luego, con la diseminación por todo el país de los servicios de radioterapia, y la apertura de los servicios de medicina nuclear, el número de físicos laborando en ambiente clínico se elevó significativamente. Esto estuvo motivado porque desde un inicio el Ministerio de Salud Pública apoyó que en la composición de los módulos básicos de Radioterapia, Medicina Nuclear y Radioprotección se incluyeran plazas de especialistas en Física Médica. De esta manera, vemos como ya a finales de los años 70 se encuentran laborando en nuestros hospitales más de 30 físicos médicos, una cantidad muy superior a la media del resto de América Latina, sobre todo en el área de Medicina Nuclear.

EL ININTEF

En junio de 1971 la ACC le otorgó al Grupo de Trabajo de Electrónica el nivel de *Departamento de Electrónica*, pese a lo reducido de su nómina: apenas 13 miembros en aquel entonces [ININTEF, 1982]. En 1972 surgió la idea de transformar este Departamento en un instituto multidisciplinario: una unidad organizativa que agrupase varios departamentos, cada uno de ellos especializado en determinada línea temática de investigación, que no hubiese sido abordada aún en otras instituciones.

En 1975 surgió así en la ACC el *Instituto de Investigación Técnica Fundamental* (ININTEF), que fomentó la investigación fundamental, en particular la de tipo *orientado* o *estratégico*, en el sentido de lograr un conocimiento científico amplio capaz de cubrir aquellas áreas fundamentales que podrían quedar descubiertas durante el proceso de realización de ciertas investigaciones aplicadas con un objetivo técnico bien definido. *La concepción y realización de este instituto refleja bien el sentido estratégico con que se entendía desarrollar la investigación, tanto las ciencias aplicadas como las básicas, en Cuba, con vista al desarrollo avanzado y equilibrado del país.*

Las investigaciones de carácter básico se desarrollaron en la teoría de redes eléctricas, que sirven de fundamento al diseño de una gran variedad de circuitos electrónicos; los estudios sobre

procesos estocásticos o aleatorios, como apoyo al proyecto de distintos sistemas de comunicaciones, y a la solución de los problemas más variados; la transmisión de hologramas por canales de televisión, con mira al mejoramiento de la transmisión de información y las investigaciones especiales. Se abordaron por primera vez, en el ININTEF, entre otras, las investigaciones relativas a la ultrasónica; el diseño y construcción de relojes electrónicos de precisión elevadas para aplicaciones técnicas modernas, junto con el empleo de los correspondientes métodos de medición y sincronización; la teleobservación de los recursos naturales del País; y el estudio de la captación y aprovechamiento de la energía solar.

Se ha intentado con la creación de un Instituto capaz de alcanzar una “masa crítica” y de reforzar el apoyo económico a los distintos colectivos, facilitar el desarrollo de investigaciones interdisciplinarias, así como la aplicación generalizada de técnicas modernas, como la microelectrónica y el procesamiento de imágenes. La estructura debía ser flexible: desde el comienzo se previó la posibilidad de que, de acuerdo con las exigencias del momento, algunos departamentos o laboratorios del ININTEF pudieran ser eventualmente sustituidos por otros dedicados a problemas de mayor interés, o desarrollarse hasta convertirse en verdaderos institutos de investigación independientes, como sucedió con la fundación en 1982 del *Instituto de Energía Solar* en Santiago de Cuba, creado a partir del ya mencionado Laboratorio de Energía Solar del ININTEF.

Se consiguieron resultados útiles en cuestiones adicionales relacionadas con el aprovechamiento de la energía solar, el empleo de métodos ultrasónicos en la industria y en la medicina, y el diseño de controladores industriales a base de microprocesadores. El ININTEF participó en 5 experimentos asociados al vuelo espacial conjunto URSS-Cuba, habiendo sido el Instituto coordinador nacional y ejecutor principal de 4 de ellos. En 1979 surgió en el ININTEF un Grupo de Física Teórica, que en 1983 pasó al IMACC, planteándose como dirección general de investigación la Teoría Cuántica del Campo y la Física Estadística Relativista.

A pesar de deficiencias (por no haber contado, en muchos casos, con la experiencia que luego se adquirió) y dificultades reales (obtención de personal, equipos, locales, etc.), el ININTEF contribuyó a la superación de todo el personal científico y técnico del Instituto; entre 1979 y 1981, 70 especialistas, de 25 organismos estatales, tomaron cursos de postgrado ofrecidos anualmente por el ININTEF sobre aprovechamiento de la energía solar.

EL CNIC

En 1965 se creó el *Centro Nacional de Investigaciones Científicas* (CNIC), por resolución Presidencial, para los fines y funciones siguientes:

- a) realizar investigaciones científicas en el campo de las ciencias naturales, biomédicas, tecnológicas y agropecuarias que redunden en beneficio del interés nacional;
- b) organizar y desarrollar la formación científica postgraduada en las distintas ramas en que desarrollaba sus actividades;
- c) atender cualquier actividad científica, tanto del orden nacional como internacional, que se considere necesaria para el logro de sus fines.

El CNIC fue inscripto a la UH, manteniendo su personalidad jurídica y económica, y en efecto una amplia autonomía y un apoyo directo del Gobierno. Este vínculo universitario ha favorecido la

realización de sus actividades y en especial el trabajo conjunto con diferentes áreas universitarias, tanto en lo que se refiere a la investigación como a la formación pregraduada y postgraduada. Para lograr el objetivo básico de formar especialistas de alto nivel científico, se hizo una considerable inversión inicial en equipos (en 1965 se adquirió el primer microscopio electrónico en el país) y se trajeron especialistas del extranjero [Entr. Meitín], principalmente químicos, de la RDA (también contactos con personalidades de la RFA), de la URSS, de España y Estados Unidos (en el sector de neurociencias). El CNIC ha establecido colaboraciones y convenios internacionales.

Inicialmente las actividades de investigación del CNIC se concretizaron en Biología, Medicina, Química y en algunos problemas agrícolas, con la participación de físicos, matemáticos, médicos e ingenieros mecánicos, entre otros. La Física fue principalmente un complemento de apoyo [Entr. Meitín, Pozas del Río]. Inicialmente tres Departamentos trataron técnicas físicas, los de Radioisótopos, de Rayos X y de Corrosión. Hubo físicos trabajando en las técnicas de análisis en rayos X, fluorescencia, microscopía electrónica, Mössbauer (esa técnica se desarrolló inicialmente en tres centros, la EF de la UH, el CNIC y el ININ); algunos en el Departamento de Investigaciones Electrónicas. En 1971, con el fin de ir creando las condiciones para el diseño y construcción de instrumentos electrónicos y electromagnéticos de análisis y equipos que sirvieran de apoyo al trabajo científico, surgió en el CNIC el Departamento de Instrumentación Electrónica (DIE), producto del desarrollo evolutivo del Grupo Técnico de los talleres de Electrónica y de Mecánica de la Institución [Memoria Anuario, 1976/1977]. Se crearon dos Laboratorios que utilizaron métodos físicos, los de Microscopía de Masa y de Resonancia Magnética Nuclear [Entr. Meitín].

LA METROLOGÍA EN CUBA

El Sistema Métrico Decimal (SMD) se asentó realmente en Cuba con la Revolución: la Ley 915 de diciembre de 1960 daba un plazo de 3 años para aplicarlo. En 1962 se creó la Dirección de Normas y Metrología, y en 1963 la Escuela de Metrología, mientras salió el primer becario cubano para estudiar metrología en Rumania [Entr. Briel de Cañas].

Vencida sin éxito la fecha para la aplicación del SMD, la ley 1134 de 1964 dio otro plazo de 2 años, mientras se realizaron una investigación y tablas de conversión para las unidades usadas en el País. En febrero de 1965 se inauguró el primer laboratorio de metrología. En 1963 llegaron los primeros patrones alemanes para la magnitud de masa, y en 1965 de volumen, presión, longitud y ángulo de la RDA y la URSS, con que comenzaron las verificaciones de instrumentos: resaltó la verificación de todos los tanques de almacenamiento del País (especialmente los de las refinerías), y de las básculas industriales en centrales azucareras. Durante la primera etapa de desarrollo se pudo contar con el excepcional trabajo y dedicación del metrólogo cubano Álvarez Ponte, cuyo trabajo fue decisivo en la formación de especialistas y en la creación de las bases científicas de la metrología.

En enero de 1966 venció nuevamente sin resultados el plazo para la implantación del SMD. El regreso de metrólogos graduados especialmente en la RDA empezó a ampliar el personal empleado en el sector. En 1967 se reorganizaron y ampliaron las magnitudes, surgieron nuevas instrucciones para las verificaciones y éstas se multiplicaron. Se pasó del SMD al SI. de unidades.

En 1968 comenzaron los trabajos para en “censo” nacional de medios de medición, y la normalización metrológica comenzó a tomar auge, la actividad metrológica tuvo un gran

desarrollo. En 1972 se constituyó el Instituto Cubano de Normalización, Metrología y Control de la Calidad.

LA FÍSICA EN LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Hemos recordado varias actividades en Física en la UO [Baracca y Méndez, 2001]. En aquella universidad el proceso de gestación de la Escuela de Física había iniciado en 1967, asesorado por físicos soviéticos integrados por licenciados de la UH, y se concluyó en 1970, con la mencionada graduación de los primeros ingenieros-físicos, que se incorporaron en la Escuela. Con el despegue efectivo de las actividades se definió un perfil de trabajo de Física aplicada, dentro de los métodos físicos de análisis. Hubo intercambios activos con Leningrado, Dresden y Estocolmo. Los principales temas de investigación fueron inicialmente Óptica y Espectroscopia, y desde la mitad de la década la Física Nuclear, Rayos X y Metales. Con el regreso de los primeros doctorados en el extranjero las actividades de investigación en la UO se estabilizaron y se fortalecieron notablemente, hasta la mitad de la década siguiente.

LOS EXPERIMENTOS EN EL COSMOS

Al final de esta década cabe mencionar los 20 experimentos en el cosmos, realizados con la participación de unos 200 especialistas cubanos y efectuados en el vuelo espacial conjunto soviético-cubano, a bordo del laboratorio orbital Saliut-6 en septiembre de 1980. Por ejemplo, se realizaron experimentos en ciencia de materiales en condiciones de microgravedad, en aquel tiempo novedosos (*Caribe*, crecimiento de monocristales de germanio fuertemente dopado y de capas epitaxiales de GaAs y AlGa; *Azucar y Zona*, crecimiento de monocristales de sacarosa). [Alamino y Rodríguez, 1987]

ASENTAMIENTO DEL SISTEMA CIENTÍFICO CUBANO

En 1974 se organizó en la UH el Primer Encuentro de Físicos Cubanos, y en 1975 el 4^{to} SLAFES (Simposio Latino Americano de Física del Estado Sólido), que dio por sentado el nivel prominente alcanzado por la física cubana, que se asentaba entre los primeros lugares en América Latina, detrás de México, Brasil y Argentina.

Al final de la década el sistema científico cubano quedaba asentado en su estructura fundamental. En 1974 se creó el *Consejo Nacional de Ciencia y Técnica* (CNCT), llamado más tarde *Comité Estatal de Ciencia y Técnica*, designado para dirigir y organizar el conjunto de la actividad científico-técnica en el país. Dentro de su estructura se creó una *Dirección de Ciencias Exactas y Naturales*, con el fin de promover estas actividades en el país. En 1977 el *Comité* se fundió con la *Academia de Ciencias*, y dentro del organismo unificado la mencionada Dirección se transformó en *Dirección de Ciencias Básicas*.

A mediados de la década de los setenta después de menos de 15 años de iniciado las actividades las **instituciones que trabajaban en el campo de la Física** eran [Estado, 1976]:

- La Escuela de Física de la UH
- El Instituto de Investigaciones Nucleares (ININ) de la ACC

- La Escuela de Física de la UO
- La Escuela de Física de la Universidad de Las Villas
- El Instituto Meteorológico de la ACC
- El Centro de Microelectrónica de la UH
- El CIME del ISPJAE
- El Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA) de la ACC
- El Instituto de Investigación Técnica Fundamental (ININTEF) de la ACC
- Algunos departamentos del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC)
- El Departamento de Ciencias Básicas del ISPJAE
- El Instituto Pedagógico de La Habana (ISPEJV)
- El Departamento de Física del MINED
- El Instituto de Oncología y Radiobiología del MINSAP

Los **temas de investigación principales del Plan de Ciencia y Técnica 1976-1980** eran [Estado, 1976, pp. 52-53]:

- Desarrollo de la base científico-técnica material para la producción de componentes electrónicos y la elaboración de materias primas a parte de recursos nacionales (EF de la UH).
- Investigación, desarrollo y aplicación de los métodos químicos analíticos y físico inorgánicos necesarios en la industria extractiva, fundamentalmente níquel (EF de la UH).
- Desarrollo de técnicas físicas experimentales, métodos de cálculo y aspectos tecnológicos de los reactores nucleares (CNCT, ININ).
- Desarrollo de las bases científico-técnicas nacionales de la protección radiológica y la seguridad nuclear (CNCT, ININ).
- Desarrollo de métodos de prospección, análisis y tratamiento de minerales radioactivos (CNCT, ININ).
- Desarrollo de técnicas nucleares para su aplicación en la economía nacional (EF de la UH, CNIC, INOR MINSAP).
- Estudio del sol, la magnetosfera, la ionosfera y sus interrelaciones (IGA de la ACC).
- Estudio del aprovechamiento de la energía solar en Cuba (ININTEF, UO).
- Estudio de los fundamentos y aplicaciones de la Electrónica Cuántica, desarrollo de las aplicaciones del láser (ININTEF, ISPJAE).
- Estudio de las causas, el grado, las características y la afectación de la contaminación del medio ambiente (CNIC, INOR MINSAP).

Las TABLAS 1 y 2 presentan el número total de graduados en física y de publicaciones [ESTADO, 1976].

TABLA 1

No. de graduados en Física (1976) Procedencia

337	Universidad de La Habana
35	Universidad de Oriente
12	Universidad Central de Las Villas
35	Extranjero
10	Físico-Matemáticos

TOTAL 429

TABLA 2

Instituciones Publicaciones (1976)

	Nacionales	Extranjeras
Escuela de Física de la UH	100	20
Inst. Geofísica y Astronomía, ACC	17	32
Inst. Investigaciones Nucleares, ACC	14	
Inst. Investigaciones Téc. Fundamental, ACC	10	7
TOTAL	141	59

Con la creación del Ministerio de Educación Superior (MES) en 1976 se reorganizó la enseñanza superior en el país. Se crearon más Facultades y Departamentos. La UH se dividió en cinco universidades: se creó el ISPJAE como universidad tecnológica, el ISPEJV como universidad pedagógica, el ISCMH para la medicina y el ISCAH para la agronomía.

Se produjeron cambios en los planes de estudios, en la estructura de la enseñanza y en las actividades de investigación, que al comienzo no resultaron totalmente positivos y crearon varias dificultades.

El Ministerio evaluó que había una situación caótica en la investigación científica y promovió un reordenamiento. Se desarrolló una política en favor de los centros menos desarrollados, priorizando el problema docente metodológico, y como consecuencia se produjo una afectación en la investigación [Entr. A. Pérez]. Empezó un periodo de rigor en la didáctica. Por lo menos en la EF de la UH ya existía una buena organización y el proceso no produjo grandes afectaciones, no así en la Universidad de Oriente.

CONCLUSIONES

Resumiendo, después de la fase de formación básica a finales de los sesenta, ya en la década siguiente el sistema científico cubano logró su estructuración. Hay que distinguir dos tipos de desarrollos científicos en Cuba. Por un lado, la dirección del país promovió directamente el desarrollo de instituciones e investigaciones, como en las ramas Nuclear y Biomédica (Instituto de Biotecnología, CNIC). Otro tipo de impulso surgió de forma independiente, en la búsqueda de un perfil científico por los profesionales, a través de la ACC, el Consejo Nacional de Ciencia y Técnica (1976) y las Universidades. El esfuerzo del País se destaca por su carácter general y programado, a pesar de errores de evaluación y de organización, en parte probablemente inevitables, o por lo menos comprensibles. De estas bases surgió el pleno desarrollo de la física cubana en los años ochenta. Esta maduración se logró en un tiempo muy breve gracias al decisivo aporte del Gobierno Revolucionario y la naciente comunidad de físicos cubanos, el fuerte apoyo de los Países Socialistas y la decisiva colaboración en varias ramas de especialistas occidentales. La solidez de este sistema de investigación que ha producido hasta hoy alrededor de 2.000 físicos se ha confirmado en la década de los noventa del siglo pasado, puesto que ha superado una fase económica excepcionalmente difícil, y sigue dando muestra de una excelente vitalidad.

AGRADECIMIENTOS

Sin el impulso inicial de Fernando Crespo profesor de la UH esta investigación probablemente no se habría iniciado, y sin su prematura desaparición en 1997 el resultado habría podido ser mucho mejor.

Los documentos que se han conservado sobre el proceso y el periodo que estamos analizando son muy escasos, y la investigación es esencialmente de "historia oral". Queremos agradecer a todos los físicos y otras personalidades cubanas y extranjeros que nos han concedido entrevistas y han hecho un esfuerzo para transmitirnos sus recuerdos, en particular a J. Altshuler y H. Pérez Rojas.

Uno de los autores, A. Baracca, desea expresar su agradecimiento a la Facultad de Física de la UH, a sus Decanos y a todos los colegas por la hospitalidad brindada durante varios años y el interés para esta investigación. Él agradece un parcial soporte económico de los presupuestos de investigación "60 % de la Universidad de Florencia.

REFERENCIAS

- Alamino Ortega D., Rodríguez Falcón F. L., 1987: "Primeros experimentos cubanos de ciencia de los materiales en el espacio: propósitos y resultados", *Órbita*, 7, pp. 19-23.
- Alonso M., 1958: *Física Atómica*, tomo I, Publicaciones Cultural, S.A., La Habana.
- Alonso M., Expedientes: Expedientes de Marcelo Alonso, Archivo de la Universidad de la Habana.
- Altshuler J., 1963: "La investigación científica: un panorama" (en calidad de Vice-Rector de Investigaciones Científicas y Asuntos Internacionales), Universidad de La Habana.
- Altshuler J., 1989: "La especialización en telecomunicaciones y la reforma de 1960 del plan de estudios de ingeniería eléctrica en la Universidad de La Habana", en *Estudios de Historia de la Ciencia y la Tecnología*, Editorial Academia, La Habana.
- Altshuler J., 1994: "La especialización en telecomunicaciones la reforma del plan de estudios de Ingeniería Eléctrica en la Universidad de La Habana", *Estudios de Historia de la Ciencia y la Tecnología*, Academia de Ciencias de Cuba, Editorial Académica, La Habana.
- Altshuler J., 1997: "Visión retrospectiva de un momento de la enseñanza de la física en Cuba", *Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria*, La Habana, Enero 1997, Vol. 1, pp. 25 – 33.
- Altshuler J., 1997-b: "From shortwave and scatter to satellite: Cuba's international communications", in Andrew J. Butrica (De) *Beyond the Ionosphere: Fifty Years of Satellite Communication*, NASA History Office, Washington, p. 243.
- Altshuler J., Baracca A., 2001: "The development of university physics in Cuba, 1816-1962", XXI International Congress of History of Science, México, July 8-14, 2001 (in press), in the present preprint, pp. 5-13.
- Arias O., 1997: "La microelectrónica: breve panorámica histórica sobre su desarrollo y estado actual en Cuba", no publicado.
- Baracca A., 1999: "El despegue de la Física en Cuba desde 1959 hasta la década de los setenta", *Revista Española de Física*, 13 (4), pp. 6-11.
- Baracca A., Fajer V. y Henríquez B., 2001: "The development of physics in Cuba during the sixties and seventies of the XXth century: an integrated approach. The formation of an advanced scientific system in an underdeveloped country", XXI International Congress of History of Science, México, July 8-14, 2001 (in press), in the present preprint, pp.15-25.
- Baracca A., Méndez L., 2001: "Cincuenta años de física en la Universidad de Oriente, en Santiago de Cuba", *Revista Cubana de Física*, 18 (2), pp. 146-154, in the present preprint, pp. 27-38.
- Boletín, 1959: *Boletín Oficial Universitario*, año 1959.
- Boletín, 1960: *Boletín Oficial Universitario*, año 1960.
- Castro F., 1990: *Energía Nuclear y Desarrollo*, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana.
- Crespo F., Vigil E., Waisman D., 1968: "Sobre los primeros resultados en diodos de Ge obtenidos por aleación", Conferencia Química de Oriente, Santiago de Cuba (febrero).
- De Armas R., Torres-Cuevas E., Cairo Ballester A., 1984: *Historia de la Universidad de La Habana*, t. 2, Ed. de Ciencias Sociales, La Habana.
- Doval J. Pérez, 1991: *Datos Astronómicos para Cuba*, ISSN 0864-0645, pp. 29-33.
- Estado Actual de las Ciencias Físicas en Cuba*, 1976: informe elaborado por H. Pérez Rojas, D. Stolik Novigrod, J. Fuentes Betancourt, C. Rodríguez Castellanos, A. D'Costa Méndez, R. Alvarez Morales, B. Lazo Olazábal, E. García Tarajano, J. González, M. Ramos Vázquez, O. Arias Fuentes; en *Las Ciencias Básicas: Examen Preliminar de su Situación Actual en Cuba y a Nivel Mundial*, Consejo Nacional de Ciencia y Técnica, Dirección de Ciencias Exactas y Naturales (Presidente Ing. José Altshuler).
- Gálves Taupier L. O., 1986: *Ciencia Tecnología y Desarrollo*, Editorial Científico-Técnica, La Habana, 1986.
- González, 1985: Discurso por el XX Aniversario del Instituto de Meteorología, La Habana, 13 p.
- Historial (sin fecha): *Instituto de Geofísica y Astronomía: Síntesis del Historial del Centro* (documento proporcionado por la Dra. Lourdes Palacios).
- ININTEF, 1982: *ININTEF, XV Aniversario*, Academia de Ciencias de Cuba.
- Leviáldi A., 1968: *Fotoconducción*, Notas de Conferencias (inconclusas por el fallecimiento del Autor), Escuela de Física, Universidad de La Habana, noviembre 1968.
- Memorando, 1962: "Informe general sobre la Escuela de Física", Memorando al Rector de la Universidad enviado por el Director de la Escuela de Física, Rubén Martí del Castillo, y el Director del Departamento de Física General y Experimental, Francisco Auchet Jenkins, 14 de diciembre de 1962.
- Memoria Anuario, 1966-67, Universidad de La Habana.
- Memoria Anuario, 1973-74, Universidad de La Habana.
- Ministerio de Educación, 1997: Ministerio de Educación Superior de Cuba, *Catálogo*.

- Monet-Descombey C., 1963: Plan sobre "Orientación posible del Laboratorio de Electrónica de la Escuela de Física".
- Ortiz H., 1987: "Reseña Histórica de la Meteorología en Cuba", Academia de Ciencias de Cuba, Conferencias y Estudios de Historia y Organización de la Ciencia, N. 53 (ISSN 0864-1463), La Habana, Junio 1987.
- Pérez H. (sin fecha): "La Escuela de Física", notas personales.
- REFORMA UNIVERSITARIA, 1962.
- Rodríguez Castellanos C., 1984-5: "La física teórica en Cuba", parte de un informe sobre la física en Cuba elaborado por la Sociedad Cubana de Física.
- Rodríguez Castellanos C., 1989: "La investigación en Física Teórica en la Universidad de La Habana. Experiencias y proposiciones", Conferencia presentada en el Seminario Nacional organizado en la Facultad de Física con motivo del 20 aniversario del Departamento de Física Teórica.
- Rodríguez Castellanos C., 1997: "Universidad de La Habana: investigación científica y período especial", no publicado.
- UNIVERSIDAD, 1972: *Universidad de La Habana*, N. 196-197, 2-3, p. 377.
- Ventura Montes, 1963: *Planificación y Tendencias de la Investigación*, documento para la Comisión de Investigación, Universidad de La Habana.
- VIDA, 1970: *Vida Universitaria*, año XXI, N. 222 (sept.-oct.), p. 13.
- Waisman D., 1969: "Andrea Levaldi", Obituario, *Vida Universitaria* (Universidad de La Habana), No. 215, p. 40.

LIST OF PUBLICATIONS ON THE HISTORY OF PHYSICS AN CUBA

Angelo Baracca

1. A. Baracca, “El despegue de la Física en Cuba desde 1959 hasta le década de los setenta”, *Revista Española de Física*, **13** (4), 6-11 (1999).
2. J. Altshuler and A. Baracca, “The development of University Physics in Cuba, 1816-1962”, XXI Congress of History of Science, México, D.F., July 8-14, 2001, Symposium on “Comparative studies in the rise of research in modern physics in Latin America and the Pacific rim countries”.
3. A. Baracca, V. Fajer and V.B. Enríquez, “The development of Physics in Cuba during the sixties and seventies of the 20th century: an integrated approach: the formation of an advanced research system in an underdeveloped country”, XXI Congress of History of Science, México, D.F., July 8-14, 2001, Symposium on “Comparative studies in the rise of research in modern physics in Latin America and the Pacific rim countries”.
4. A. Baracca and L. Méndez Pérez, “Cincuenta años de Física en la Universidad de Oriente (Santiago de Cuba)”, *Revista Cubana de Física*, **18** (2), 146-154 (2001).
5. A. Baracca, V. Fajer and V.B. Henríquez, “El desarrollo de la física en Cuba”, *Revista Iberoamericana de Física*, Madrid, **1**, 54-61 (2004).
6. A. Baracca and J. Altshuler, “La enseñanza de la Física en Cuba, desde la Colonia hasta 1959”, *Llull* (Zaragoza), **27**, 557-608 (2004).
7. A. Baracca, V. Fajer and B. Henríquez, “El despegue de la física en Cuba desde 1959 hasta la década de los setenta: un enfoque abarcador”, *Revista Cubana de Física*, in press.
8. A. Baracca and V. Fajer, “A look at Physics in Cuba: the formation of an advanced research system in a developing country”, Third Milan Workshop on “The Physical Sciences in the Third World: A Social History of Science end Development”, Bogotá (Colombia), June 11-13, 2005.